

МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ**НЕСКОЛЬКО НОВЫХ ЛЕКЦИОННЫХ ДЕМОНСТРАЦИЙ\*)**

1. Интерференционный опыт Юнга на сантиметровых волнах. Изучение интерференции света сопровождается чаще всего показом явлений в тонких пленках. Эти опыты целесообразно дополнить демонстрацией интерференции электромагнитных волн от двух когерентных источников.

Электромагнитные волны длиной 3 см, модулированные низкой частотой, возбуждаются клистронным генератором ( $\Gamma$  на рис. 1) и излучаются открытыми концами

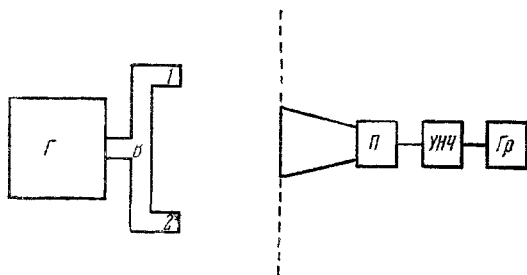


Рис. 1.

1 и 2 разветвленного волновода ( $B$ ), на который нагружен генератор. Излученный сигнал принимается рупорной антенной и с выхода приемника ( $\Pi$ ) после усиления низкой частоты ( $УНЧ$ ) подается на громкоговоритель ( $\Gamma p$ ). Одно из отверстий волновода закрывается поглощающей согласованной нагрузкой. Тогда при перемещении рупора в направлении, параллельном прямой, соединяющей отверстия волновода, наблюдается один максимум. Если открыть оба отверстия, то наблюдается 4—5 максимумов. Если вместо громкоговорителя в качестве индикатора использовать электронный осциллограф, удастся заметить еще несколько более слабых максимумов.

Расстояние между плоскостью отверстий волновода и рупором 50—60 см. Центры излучающих отверстий находились на расстоянии 20 см.

2. Френелева дифракция электромагнитных волн. Непосредственный показ дифракции Френеля со световыми волнами на лекции мало нагляден из-за трудности наблюдения дифракционной картины в большой аудитории, и демонстрация френелевских зон вряд ли возможна. Поэтому изложение соответствующего раздела оптики полезно сопровождать демонстрацией дифракции Френеля на отверстиях с сантиметровыми электромагнитными волнами. Источником излучения служит 3-сантиметровый клистронный генератор с рупорным излучателем (рис 2). Излучатель ставится на расстоянии 2—2,5 м от металлического (фанерного, оклеенного станиолом) экрана с круглым отверстием диаметром 30—32 см. За экраном помещается приемник с рупорной антенной. Модулированный низкой частотой сигнал принимается и через усилитель низкой частоты подается на электронный осциллограф. Расстояние приемной антенны до экрана изменяется от 1—2 м до нескольких сантиметров. При приближении антенны амплитуда принимаемого сигнала сначала почти не изменяется, а затем проходит через заметный минимум, когда отверстие соответствует двум зонам Френеля. Если перемещать приемный рупор в плоскости, нормальной к оси отверстия и прохо-

\*) В статье описываются некоторые новые лекционные демонстрации, показанные в Московском государственном педагогическом институте им. В. И. Ленина 20 апреля 1961 г.

дядшей через точку минимума, то во все стороны от оси заметно увеличение амплитуды, а потом спад (дифракционное кольцо). Если постепенно закрывать отверстие от периферии к центру (приемник находится в точке минимума), сигнал возрастает, когда размер отверстия становится соответствующим одной зоне, а затем падает. Размер экрана должен быть такой, чтобы при закрытом отверстии прием отсутствовал (у нас:  $1,5 \times 1,5 \text{ м}^2$ ).

3. Установление вынужденных колебаний. При воздействии на колебательный контур синусоидальным напряжением вынужденные колебания устанавливаются через конечное время. Процесс установления можно наблюдать на экране

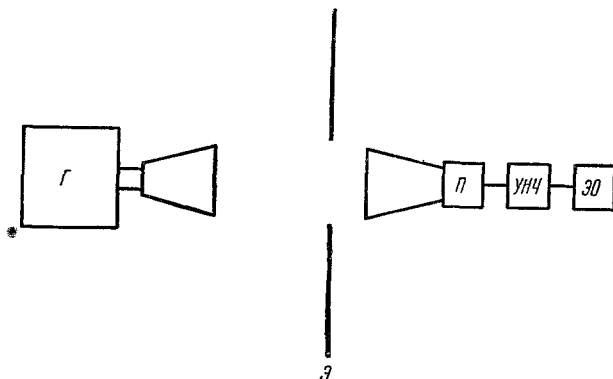


Рис. 2.

электронного осциллографа (ЭО на рис. 3), возбуждая контур напряжением от звукового генератора (ЗГ) через электронный коммутатор (ЭК). Частота коммутации должна быть такой, чтобы за время подачи напряжения на контур колебания успевали установиться. Это легко достигается (при частоте коммутации 100 гц) подбором сопротивления  $R$ . Например,  $R=4 \text{ ком}$ ,  $C=0,25 \text{ мкф}$ ,  $L=0,01 \text{ гн}$ . Характер установления

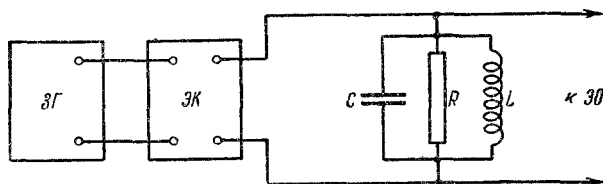


Рис. 3.

различен при возбуждении резонансной частотой (рис. 4, а) и отличающейся от резонансной (рис. 4, б). В последнем случае наблюдаются бияния. Амплитуда напряжения при этом в некоторые интервалы времени превышает установившуюся.

4. Характеристика туннельного диода. За последнее время в технике начал применяться новый полупроводниковый прибор — туннельный диод<sup>1</sup>. Он имеет вольт-амперную характеристику с падающим участком, следовательно, при определенных условиях, является устройством, обладающим отрицательным сопротивлением  $R$ . На рис. 5 дана схема, позволяющая демонстрировать вольт-амперную характеристику туннельного диода и ее изменение в зависимости от сопротивления  $R$ , включенного параллельно диоду.  $R \approx 100 \text{ ом}$ ,  $R_1=10 \text{ ом}$ ,  $R_2=15 \text{ ом}$ . Меняя величину  $R$ , можно изменять наклон падающего участка и, следовательно, величину отрицательного сопротивления в цепи. При  $R > R_-$  участок цепи  $AB$  обладает отрицательным сопротивлением (рис. 6, а). При  $R < R_-$  этот участок имеет положительное сопротивление (рис. 6, б). При  $R=R_-$  наклон «падающего» участка равен нулю (рис. 6, в). Последнее позволяет экспериментально определить величину отрицательного сопротивления самого диода  $R_-$ .

5. Излучение и поглощение нечерных тел. Коптящее пламя газовой горелки дает больше света, чем хорошо отрегулированное, некопящее, хотя температура последнего выше (температуру можно измерить с помощью термопары). При помещении этих пламен на пути светового пучка от проекционного фонаря и фокусировке их на экран копящее пламя дает заметную тень, некопящее не дает тени

Таким образом, большее поглощение соответствует и большему излучению. В опыте более отчетливая тень получается при очень сильно коптящем пламени. Это достигается,

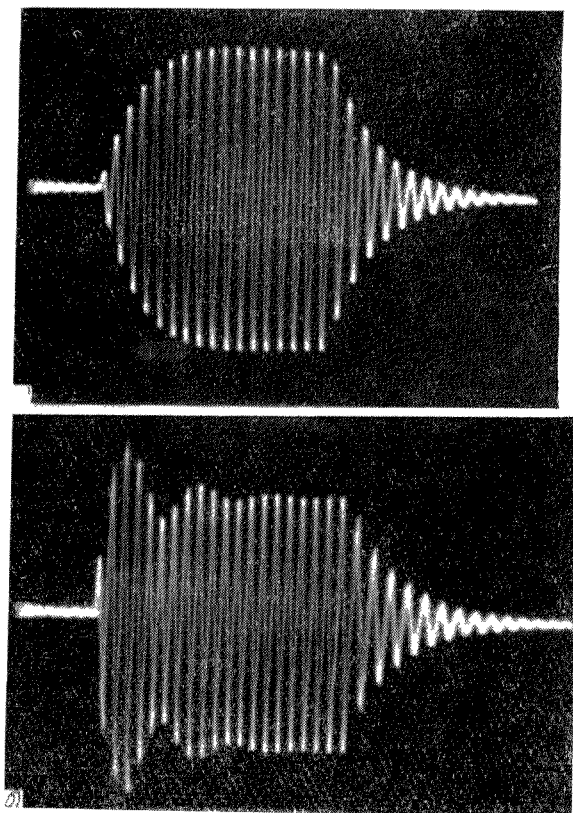


Рис. 4.

например, внесением в отрегулированное пламя газовой горелки ваты, смоченной в масле.

Другая демонстрация (закона Кирхгофа) заключается в следующем. Чашка из белого фарфора с темным ободком нагревается в муфельной печи. При открывании двер-

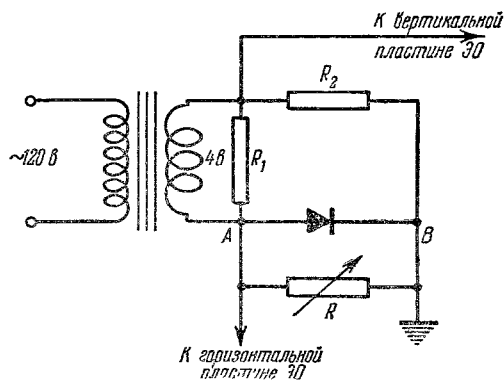


Рис. 5.

ки печи тепловое равновесие нарушается, температура чашки становится ниже температуры стенок, и наблюдаемая картина определяется в основном отраженным светом.

Поэтому ободок виден более темным, чем чашка. При вынимании чашки из печи и рассмотривании ее в темной комнате (опыт длится около полминуты, так как чашка быстро охлаждается) ободок излучает больше, чем белая часть чашки.

6. Процессы установления в  $RC$ - и  $RL$ -цепях. Процессы установления токов и напряжений в  $RC$ - и  $RL$ -цепях при включении и выключении постоянной

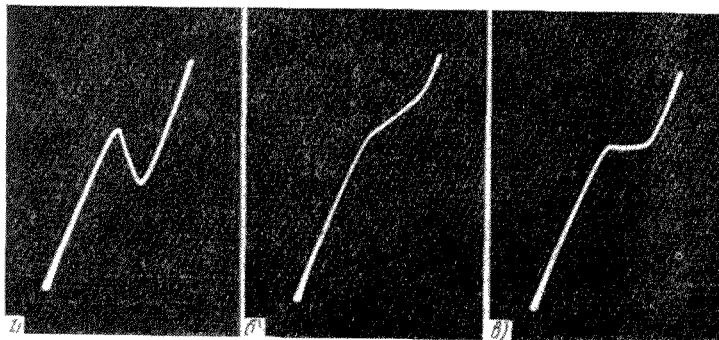


Рис. 6.

э.д.с. эффективно демонстрируются с помощью низкочастотного электронного осциллографа ЭНО-1. Благодаря трубке с длительным послесвечением он позволяет наблюдать постепенное развитие однократных явлений в цепях с постоянной времени порядка одной секунды.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Леск, Голоньяк, Дэвидсон, Ааронс «Германиевые туннельные диоды» (конструкция, работа и применение), Зарубежная радиоэлектроника, № 7, 61 (1960).

*В. А. Зорэ, Н. С. Кузикова, Н. Н. Малов, Л. Н. Никулина*

Успехи физических наук, т. LXXVII, выд. 1.

Редакторы *В. В. Власов, Г. В. Розенберг, В. А. Узаров.*

Техн. редактор *К. Ф. Брудино.*

Корректор *Е. А. Белицкая*

Сдано в набор 14/II 1962 г. Подписано к печати 11/V 1962 г. Бумага 70×108/16. Физ. печ. л. 12,5. Условн печ. л. 16,13. Уч.-изд. л. 17,18 Тираж 4845 экз. Т-04764. Цена 1 р. 20 к. Зак. 176.

Государственное издательство физико-математической литературы.

Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.<sup>1</sup>

Московская типография № 5 Мосгорсовнархоза. Москва, Трехпрудный пер., 9.