

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК538 566  
534 0МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

## ДВЕ НОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ДЕМОСТРАЦИИ

1. ИЛЛЮСТРАЦИЯ ЗАКОНА БРЮСТЕРА С ПОМОЩЬЮ  
ТРЕХСАНТИМЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Как известно, физический смысл закона Брюстера заключается в том, что если электрический вектор падающей на диэлектрик волны лежит в плоскости падения, то при определенном угле падения (угле Брюстера) направление колебаний молекулярных диполей диэлектрика может совпасть с направлением отраженной волны, и тогда излучение в этом направлении отсутствует. В том случае, когда электрический вектор падающей волны направлен перпендикулярно к плоскости падения, отражение существует при любом угле падения.

В демонстрации, иллюстрирующей закон Брюстера, роль элементарных излучателей играет система проволочных диполей, длина которых выбирается кратной длине падающей волны. Элементарные диполи укрепляются на диэлектрических стержнях, способных вращаться вокруг вертикальной оси, что позволяет ориентировать диполи в пространстве. Стержни, несущие диполи, укрепляются в деревянной раме. Таким образом, получается решетка из горизонтальных и вертикальных диполей, позволяющая изучать отраженную волну при любой ориентации электрического вектора падающей волны — в плоскости падения или перпендикулярно к ней. Используемая в демонстрации решетка выполнена из четырех стержней, высотой 0,35 м. Расстояние между стержнями 0,08 м. На каждом стержне укреплено по 25 горизонтальных и по

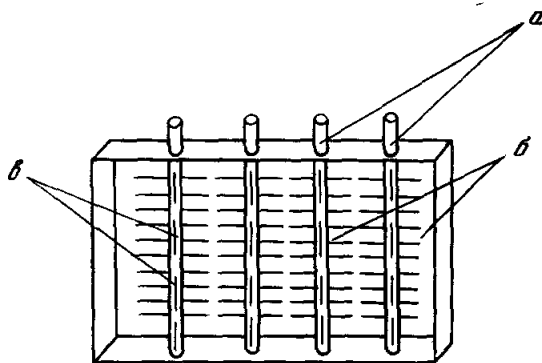


Рис. 1. *a* — диэлектрические стержни; *б* — горизонтальные элементарные диполи; *в* — вертикальные элементарные диполи.

четыре вертикальных диполя длиной 0,07 м, сделанных из медной проволоки диаметром 2 м.к. Решетка схематически изображена на рис. 1.

Источником линейно-поляризованной электромагнитной волны служит генератор трехсантиметровых волн с рупорным волноводным выходом; волна модулирована частотой 400 гц. Приемником является второй рупорный волновод с детекторной секцией. Принятый сигнал через усилитель У2-4 поступает на вертикальный вход осцил-

лографа ЭО-7. Об интенсивности отраженной волны судят по величине сигнала на экране осциллографа.

Электрический вектор излученной волны, как известно, параллелен короткой стороне четырехугольного волновода. Излучающая и приемные рупорные антенны располагаются относительно решетки под углом  $45^\circ$ .

В случае, когда электрический вектор излученной волны лежит в плоскости падения, при произвольной ориентации элементарных диполей отраженная волна существует, что контролируется наличием сигнала на экране осциллографа.

Если же элементарные диполи расположить строго в направлении распространения отраженной волны (угол падения равен углу Брюстера), отражения нет. Амплитуда сигнала на экране осциллографа равна нулю.

Поворотом рупорных антенн можно ориентировать электрический вектор падающей волны перпендикулярно к плоскости падения. Отраженная волна, обусловленная вертикальными диполями, существует при любом повороте стержней, и сигнал на экране осциллографа не исчезает.

## 2. АКУСТИЧЕСКИЙ ЗАКОН ОМА

Закон Ома для акустики утверждает, что звуковое восприятие, полученное от суммы звуков, обуславливается лишь частотами и амплитудами, но не фазами слагаемых тонов.

Справедливость этого закона можно показать, используя генератор гармоник типа Гб-1.

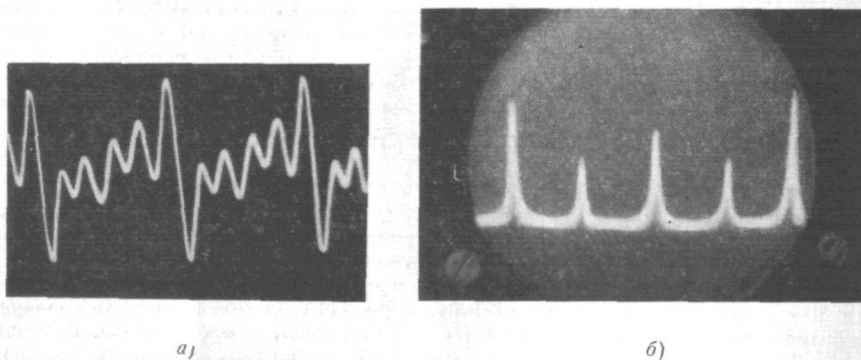


Рис. 2. *a* — временная и *б* — спектральная характеристики сигнала на выходе генератора до изменения фаз гармоник.

Используемые в демонстрации низкочастотный анализатор спектра АСЧХ-1, электронный осциллограф ЭО-7 и громкоговоритель типа 1ГД-5, на которые подается

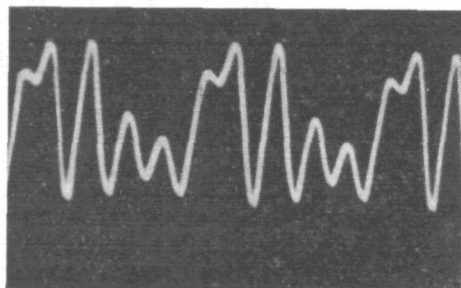


Рис. 3. Временная характеристика сигнала на выходе генератора после изменения фаз гармоник. Спектральная характеристика остается без изменения (см. рис. 2, б).

сигнал с выхода генератора, позволяют одновременно визуально наблюдать временную характеристику сигнала и его частотный спектр, а также воспринимать сигнал на слух.

Генератор Гб-1, кроме основной частоты, может давать ее гармоники до шестой включительно. На выходе каждой гармоники имеется фазовращатель и аттенюатор, что позволяет менять фазы и амплитуды гармоник.

Рис. 2 и 3 показывают временные и спектральные характеристики сигнала на выходе генератора при двух разных фазовых соотношениях гармоник. Изменение фазы ведет к резкому изменению временной формы сигнала. Частотная характеристика при этом не изменяется. Слуховое восприятие в обоих случаях одинаково.

Рис. 4 изображает временные и спектральные характеристики сигнала на выходе генератора, отличающегося от сигнала, соответствующего рис. 2, только амплитудами

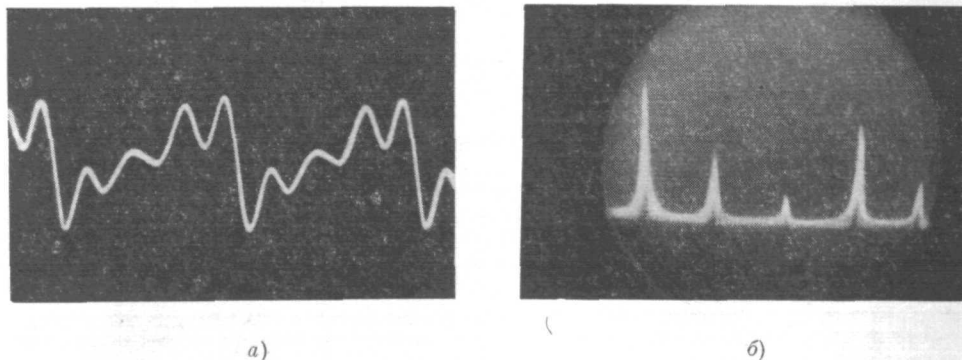


Рис. 4. *а* — временные и *б* — спектральные характеристики сигнала на выходе генератора после изменения амплитуды гармоник.

частичных тонов, что сопровождается изменением и временной характеристики, и слухового восприятия.

Демонстрация достаточно убедительно показывает справедливость закона Ома для широкого диапазона средних звуковых частот.

*А. Н. Козлова, Ю. А. Хворов*

Московский государственный педагогический  
институт им. В. И. Ленина

