

Изучение механических колебаний с помощью датчика координаты, подключенного к ПЭВМ

Майер Р.В. (robert_maier@mail.ru)

ГОУ ВПО “Глазовский государственный педагогический институт”

Аннотация: Описана экспериментальная установка для изучения свободных и вынужденных колебаний, состоящая из колеблющегося тела с лампочкой, движущейся между двумя фоторезисторами, сигнал с которых оцифровывается и заводится в ПЭВМ. В одном из вариантов для оцифровки координаты используется датчик Холла. Вынуждающая сила создается с помощью электромагнита. Приведены экспериментальные графики, фазовые кривые.

Рассмотрим экспериментальную установку для изучения свободных и вынужденных механических колебаний (рис. 1). Она состоит из осесимметричного тела 1 на унифилярном подвесе с закрепленной на нем лампочкой 2, двух одинаковых фоторезисторов 3, неподвижного электромагнита 4 и стальной пластины 5, прикрепленной к подвесу. Фоторезисторы образуют делитель напряжения, который подключен к формирователю импульсов 8, представляющему собой преобразователь напряжение—частота на таймере NE555. При движении лампочки между фоторезисторами изменяется их освещенность. Формирователь импульсов преобразует колебания напряжения в изменения частоты. Сигнал подается на LPT–порт ПЭВМ и обрабатывается программой ПР–1 на языке Borland Pascal 7.0, которая строит график колебаний, фазовую кривую, позволяет определить амплитуду.

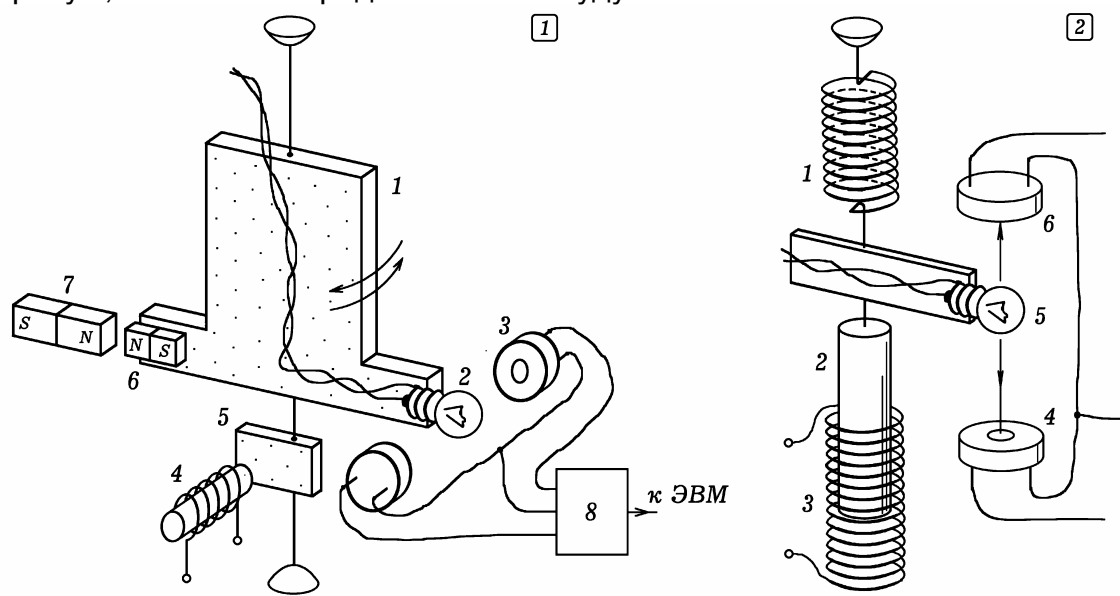


Рис. 1. Экспериментальная установка для изучения колебаний.

```

uses crt,graph;
var x,x1,x2,v,v1 : real;
    DV,MV,EC,a,b,k,t,time : integer;
BEGIN DV:=Detect; InitGraph(DV,MV,'c:\bp\bgi'); EC:=GraphResult;
Repeat t:=0; k:=0;
Repeat a:=port[889]; If (a=127)and(b<>127) then inc(k);
b:=a; t:=t+1; until k>1000;
x:=(t-20000)/8+350; v:=(x2-x)/4; inc(time);
Line(round(time),round(x),round(time-1),round(x1));
    { ПР– 1 }
    { Borland Pascal 7.0 }

```

```

Line(round(x1),round(200+v*10),round(x2),round(200+v*10));
x2:=x1; x1:=x; v1:=v; x1:=x;
If time>640 then begin cleardevice; time:=0; end;
until KeyPressed; CloseGraph;
end.

```

Для изучения свободных затухающих колебаний систему выводят из положения равновесия и отпускают. На экране компьютера могут быть получены график затухающих колебаний (рис. 1.3) и фазовая кривая (рис. 1.5). Если на электромагнит 4 подать прямоугольные импульсы частотой 0,5 — 2 Гц, то система совершает вынужденные колебания. Эти импульсы вырабатываются специальным прибором, подключенным к генератору звуковой частоты и понижающим частоту в 160 раз. На экране монитора получаются графики переходных процессов (рис. 1.4), вынужденных колебаний, фазовые кривые (рис. 1.6). Чтобы изучить колебания Дафинга на крутильном маятнике 1 закрепляют постоянный магнит 6, а напротив него устанавливают неподвижный магнит 7 так, чтобы они отталкивались. Если систему вывести из положения равновесия, то на экране получится фазовая кривая (рис. 1.7).

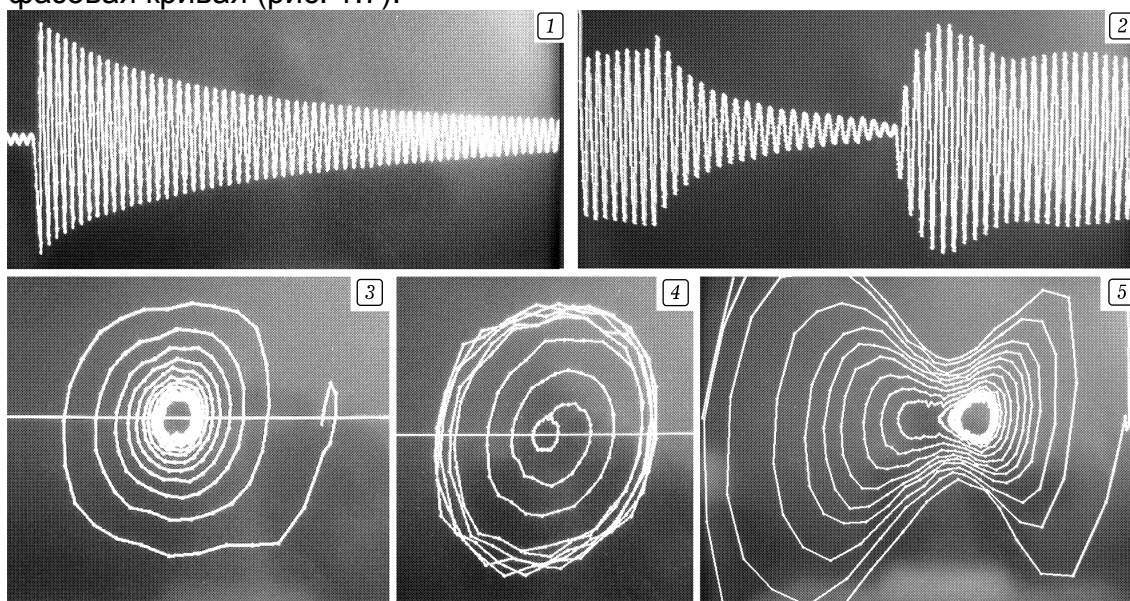


Рис. 2. Экспериментальные кривые (фотографии с экрана).

Другой вариант установки представлен на рис. 2. На пружине 1 подвешен стальной стержень 2, ниже него расположен соленоид 3 длиной 25 см. На стержне установлена лампочка 5, колеблющаяся между двумя фоторезисторами 4 и 6, расстояние между которыми 10 см. Для определения координаты колеблющегося тела можно использовать датчик Холла, сигнал с которого поступает в компьютер (рис. 3.1). Установка состоит из генератора звуковой частоты 1, формирователя импульсов 2, источника тока 3 и электромагнита 7. Стальная линейка 6 с датчиком Холла 4 на свободном конце закреплена за другой конец на горизонтальном основании так, чтобы датчик Холла совершал колебания вблизи постоянного магнита 5. Сигнал с датчика 4 поступает через формирователь сигнала 8 в LPT— порт персонального компьютера 9. Схема формирователя сигнала представлена на рис. 3.2. Нами было использовано нетрадиционное включение датчика Холла SS-41 так, что он, находясь в постоянном магнитном поле, вырабатывает прямоугольные

импульсы, частота которых зависит от индукции поля (расстояния до полюса магнита).

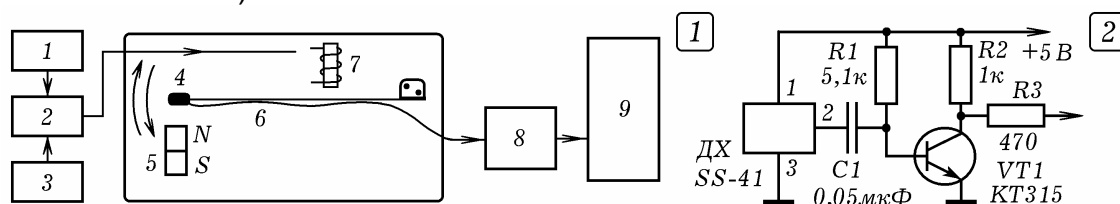


Рис. 3. Установка для изучения колебаний с датчиком Холла.

При включении сигнал с звукового генератора поступает на формирователь импульсов, который понижает частоту в 10 раз. К его выходу подключен электромагнит. Линейка начинает совершать вынужденные колебания. Рядом с ее свободным концом, на котором установлен датчик Холла, помещают магнит и запускают компьютерную программу. На экране получается график зависимости координаты от времени. Изменяя частоту генератора и положение электромагнита, можно исследовать различные переходные процессы в механических системах: затухание и возникновение колебаний, переход системы в установившийся режим (рис. 5) и т.д.

Если уменьшить длину незакрепленной части линейки, то возрастет частота ее собственных колебаний; при закреплении на линейке листа картона увеличивается коэффициент затухания. Внеся соответствующие изменения в программу, можно получить на экране монитора график зависимости скорости от времени и фазовую кривую колебаний (рис. 5.2). Для изучения механического резонанса следует написать программу, в которой определяется максимальная и минимальная координата, вычисляется размах и амплитуда колебаний и результат выводится на экран монитора. При изменении частоты вынуждающей силы от 3 до 5 Гц амплитуда колебаний изменялась от 15 до 280 условных единиц длины, что позволило получить красивую резонансную кривую (рис. 5.3).

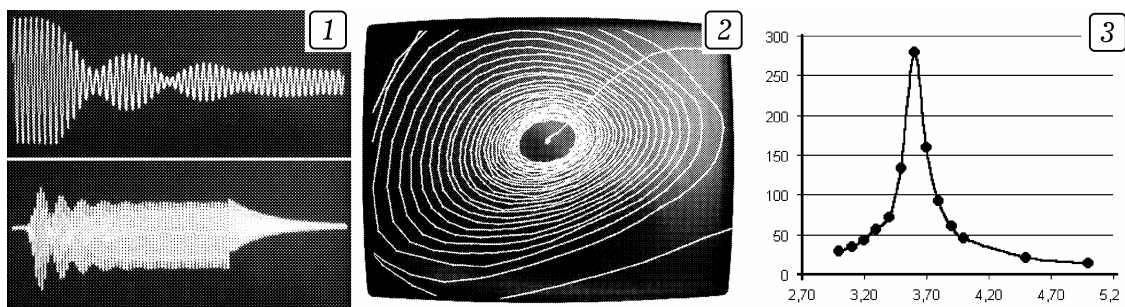


Рис. 4. Графики колебаний (1), фазовая кривая (2), резонансная кривая (3).

Рассмотренные установки используются студентами Глазовского пединститута для снятия резонансных кривых, получения графиков переходных процессов и фазовых кривых. Схему преобразователя напряжение—частота на таймере NE555 можно найти на сайте <http://maier-rv.glazov.net>. Автор благодарит Акатова Р.В., идеи которого помогли выполнить эту работу.

Литература

1. Майер Р.В. Практическая электроника: от транзистора до кибернетической системы. — 2010. (веб-сайт <http://maier-rv.glazov.net>).