

---

---

высокой концентрацией ароматических углеводородов – бензола, толуола, нафталина и др., а также содержит непредельные углеводороды, в том числе циклопентадиен – сырье для синтеза многих органических продуктов, этилен и др. Газовая фракция состоит из предельных и непредельных углеводородов, водорода и паров молекулярной воды. Твердая фаза представляет собой высоконауглероженный продукт.

Полученное пиролитическое масло имеет широкие перспективы использования: топливо, полимеры для производства пластических масс, синтетических волокон, синтетических каучуков и др. Пиролизное масло может также использоваться в качестве добавки к котельным топливам или же подвергнуто переработке совместно с сырой нефтью или ее фракциями, соответственно увеличивая выработку конечных или промежуточных продуктов.

В настоящее время проводятся исследования по интенсификации пиролиза за счет введения различных каталитических систем, в частности отходов металлургических производств.

Таким образом, пиролиз является одним из самых перспективных направлений утилизации ТБО с точки зрения как экологической безопасности, так и получения вторичных полезных продуктов, которые могут найти широкое применение в народном хозяйстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Экологическая безопасность Казахстана (мифы и реальность) / [Ю. А. Габов и др.]. – Астана, 2006. – С. 281–282.
2. Ветошкин А. Г. Защита литосферы от отходов: учебное пособие. – Пенза, 2005. – 169 с.

## ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ КООРДИНАТЫ

*Р. В. МАЙЕР*

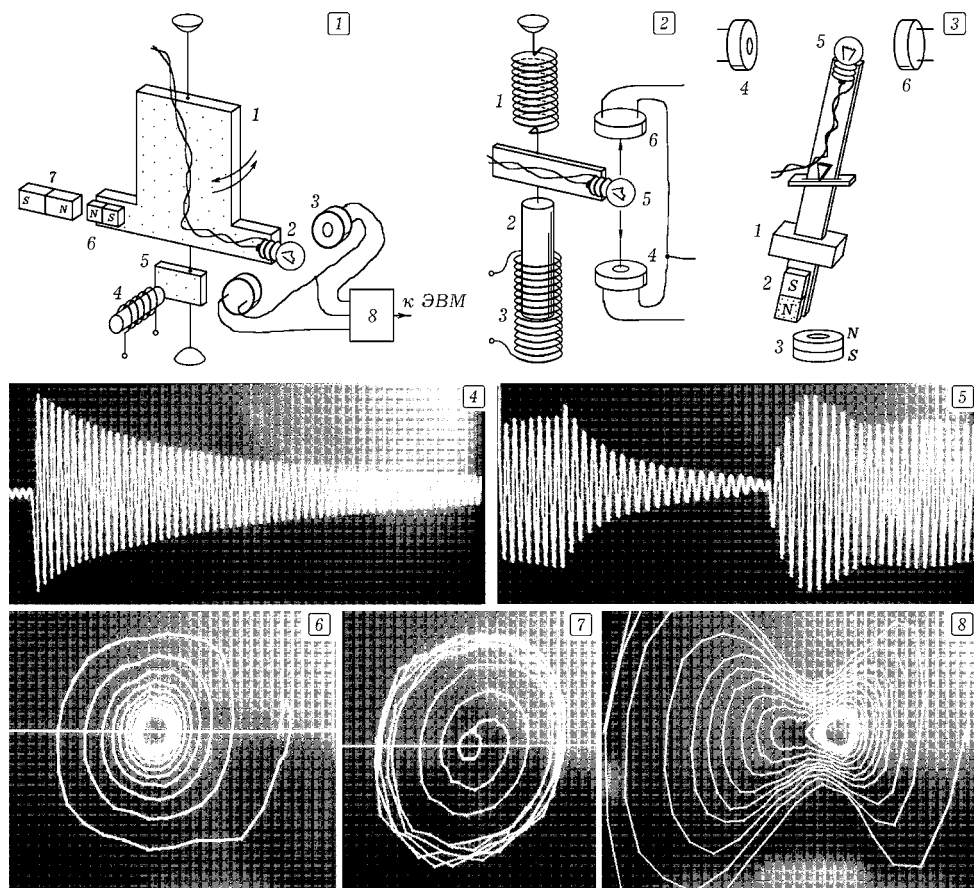
*ГОУ ВПО «Глазовский государственный педагогический институт  
им. В. Г. Короленко»,  
г. Глазов*

Экспериментальная установка для изучения крутильных колебаний (рис. 1.1) состоит из осесимметричного тела 1 на унифилярном подвесе с закрепленной на нем лампочкой 2, оптического датчика координаты на двух одинаковых фоторезисторах 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 (рис. 2.2). При движении лампочки изменяется освещенность фоторезисторов. Формирователь импульсов преобразует колебания на-

пряжения в изменения частоты. Сигнал подается на LPT-порт ПЭВМ и обрабатывается программой на языке Borland Pascal 7.0, которая строит графики, фазовые кривые, определяет амплитуду. Установка для изучения колебаний пружинного маятника (рис. 1.2) состоит из пружины 1, к которой подвешен стальной стержень

2, а ниже него расположен соленоид 3 длиной 25 см. На стержне установлена лампочка 5, колеблющаяся между двумя фоторезисторами 4 и 6, отстоящими друг от друга на 10 см. Для изучения колебаний физического маятника используют установку, изображенную на рисунке 1.3.



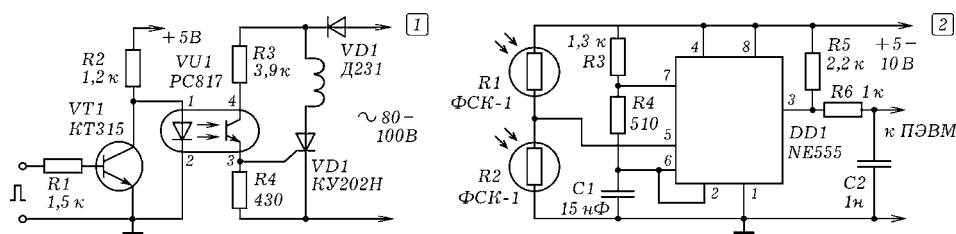
**Рисунок 1. Экспериментальные установки и графики (фотографии с экрана).**

Если крутильный маятник вывести из положения равновесия, то на экране компьютера получаются график затухающих колебаний (рис. 1.4) и фазовая кривая (рис. 1.6). Чтобы увеличить быстроту затухания колебаний, на тело можно установить картонный экран. Если на электромагнит

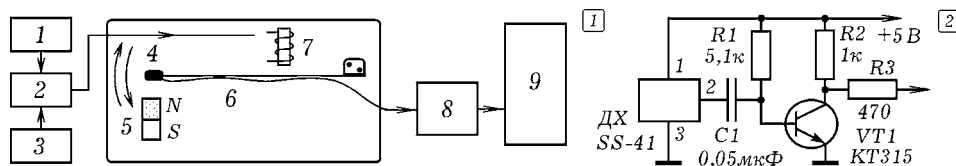
подать импульсы частотой 0,5–2 Гц, то система совершает вынужденные колебания. Схема управления обмоткой электромагнита приведена на рисунке 2.1. На ее вход подаются импульсы с цифрового делителя частоты на К155ИЕ2 и К155ИЕ5, подключенного к звуковому генератору,

который понижает частоту в 160 раз. Установка позволяет снять резонансную кривую при различных коэффициентах затухания, получить графики переходных процессов (рис. 1.5), вынужденных колебаний, фазовые кривые (рис. 1.7). Чтобы изучить хаотические колебания Даффинга в потенциальной яме с двумя углублениями, на крутильном маятнике 1 закрепляют постоянный магнит 6, а напротив

него устанавливают неподвижный магнит 7 так, чтобы они отталкивались (рис. 1.1). Если систему вывести из положения равновесия, то на экране получится фазовая кривая (рис. 1.8). Такие же результаты получаются с установкой, представленной на рисунке 1.3. Изменяя положение неподвижного магнита 3, можно варьировать профиль потенциальной ямы.



**Рисунок 2. Принципиальные схемы электронной части установки.**



**Рисунок 3. Изучение колебаний с помощью датчика Холла.**

Для изучения автоколебаний использовалась установка с пружинным маятником (рис. 1.2). Сигнал с LPT-порта ПЭВМ должен поступать на вход схемы, управляющей током через обмотку электромагнита (рис. 2.1). Автоколебания возникают в двух случаях: 1) магнитное поле включается при удалении груза на заданное расстояние от обмотки; 2) магнитное поле включается, когда колеблющееся тело приближается к обмотке, а координата лежит в заданном интервале.

Для изучения механических колебаний можно использовать датчик

Холла (рис. 3.1). Установка состоит из генератора звуковой частоты 1, формирователя импульсов 2, понижающего частоту в 10 раз, 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 компьютера 9. Схема формирователя сигнала представлена на рисунке 3.2. При таком включении датчика Холла SS-41 он вырабатывает прямоуголь-

---

---

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

ской системы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://maier-rv.glazov.net>

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Практическая электроника: от транзистора до кибернетиче-