

математического ожидания, дисперсии, экстремальные значения, оценка плотности распределения), которые можно использовать в качестве эталона при обучении сети. На вход НС подается несколько случайных величин, имеющих равномерное распределение. Обучение сводится к минимизации различий между параметрами исходного и генерируемых сетью сигналов.

Таким образом, используя для обучения НС стохастические алгоритмы, можно добиться того, что сеть будет генерировать случайный сигнал с заданными характеристиками. Такое применение НС может быть полезно при моделировании различных стохастических процессов для поиска их параметров, а также при восполнении недостающих экспериментальных данных. При этом априорные знания о сигнале не нужны, так как по экспериментальной выборке можно определить необходимые для обучения параметры.

Очевидно, что для решения рассматриваемой задачи могут быть использованы и стохастические НС. К сожалению, их практическое применение осложняется тем фактом, что обучение СНС требует больших временных и вычислительных ресурсов. Тем не менее, данный подход представляется многообещающим, и требует дальнейшей проработки. Прежде всего, следует реализовать более эффективные алгоритмы обучения СНС и исследовать возможность стохастической сети моделировать сигнал с такими же характеристиками, что и использованный при обучении.

#### Литература

1. Bishop M. Neural Networks for Pattern Recognition. -Oxford: Clarendon Press, 1997. 477 p.
2. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Пер. с англ. Ю. А. Зуева и В. А. Точенова. -М.: Мир, 1992. 184 с.
3. Van Schaik, A. Building blocks for electronic spiking neural networks // Neural Networks.-2001. -Vol. 14. -P. 617-628.
4. Hangartner R.D., Cull P. Probabilistic computation by Neuromine Networks // BioSystems.-2000. -Vol. 58. -P. 167-176.

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ ТИПА “ОБОРОТНЫЙ МАЯТНИК”

*И.Ю. Развин, Е.В. Ясюк*

Научный руководитель – к.ф.-м.н. *В.В. Черный*  
*Белорусский национальный технический университет*

При постановке лабораторной работы физического практикума “Оборотный маятник“, в которой определяется ускорение свободного падения, необходимо подобрать такое положение грузов и осей, при котором периоды колебаний относительно обеих осей совпадают [1,2]. Для получения контрольных данных представляется целесообразным заменить комплекс тривиальных измерений, требующих значительных затрат времени, компьютерным моделированием.

Для этого предварительно методом крутильных колебаний определялись моменты инерции  $J_g$  используемых грузов. В качестве эталонного использовался стальной куб, у которого определялись масса и длина ребра для расчета момента инерции. Момент инерции стержня  $J_0$  также определялся расчетным путем по его известным массе  $m$  и длине  $l$ .

Затем на алгоритмическом языке Pascal составлялась программа расчета периодов колебаний физического маятника относительно обеих осей для фиксированного положения грузов и осей на стержне. Для проведения расчета периодов необходимо при заданных координатах центров грузов  $(x_1, x_2)$  и осей  $(y_1, y_2)$  определить также и положение центра масс маятника  $x_c$  и расстояния от него до центров грузов  $(l_1, l_2)$ . Предполагалось несимметричное расположение грузов относительно центра масс маятника ( $l_1$  и  $l_2$  отличались не менее, чем на 25%), что необходимо для получения высокой точности в определении величины ускорения свободного падения [1].

Расчет момента инерции относительно одной из осей проводился по формуле:

$$J_1 = J_0 + m(0,5l - y_1)^2 + 2J_g + m_g(y_1 - x_1)^2 + m_g(y_1 - x_2)^2,$$

где  $J_g$  – момент инерции груза,  $m_g$  – масса груза.

Аналогичная формула была получена и для момента инерции относительно второй оси.

Анализировалось различное положение обоих грузов и осей с шагом 1см. Для этого выполнялись четыре вложенных цикла. При фиксированном положении грузов и осей определялись периоды колебаний относительно обеих осей. Данное расположение грузов и осей принималось во внимание, если различие в периодах колебаний не превышало 0,25%.

Для всех вариантов построения обратного маятника, полученных методом моделирования, на эксперименте наблюдалось хорошее совпадение периодов колебаний относительно обеих осей, что позволяет рекомендовать метод компьютерного моделирования при постановке лабораторной работы.

#### Литература

1. Лабораторные занятия по физике. Учебное пособие. / Гольдин Л.А. и др. -М:Наука, 1983.

2. Физический практикум. Механика и молекулярная физика. / Под ред. В.И. Ивероновой. -М:Наука, 1967. С. 27-31.

## СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ И РАЗВЕРТКИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ РАДИОСПЕКТРОМЕТРОВ

*В.В. Сарока, Е.И. Дедкова, Т.В. Леонова, А.Л. Пархимович*

Научный руководитель – к.т.н., доцент *И.О. Оробей*

*Белорусский государственный технологический университет*

Для осуществления радиоспектроскопического анализа веществ необходимы магнитные системы, обладающие высокой стабильностью поля в рабочей области [1, 2]. Решение данной задачи можно осуществить при помощи магнитной системы на основе электромагнитов.

Разработанное устройство стабилизации и развертки магнитного поля для радиоспектрометров представляет собой контур регулирования, включающий следующие блоки: магнитную систему с ярмом броневого типа на основе электромагнитов; первичный преобразователь – датчик Холла, измеряющий регулируемую величину; аналоговый ПИД-регулятор; источник тока, управляемый напряжением; генератор развертки, формирующий сигнал задания; блок питания. Устройство функционирует следующим образом. Ток, протекающий по катушке, создает магнитное поле в рабочем зазоре, которое измеряется датчиком Холла, расположенном между полюсами электромагнита. Магнитометр вырабатывает напряжение, пропорциональное величине индукции. Сигнал с магнитометра сравнивается с сигналом напряжения задания. Сигнал ошибки поступает на ПИД-регулятор, который изменяет управляющее напряжение источника тока и устанавливает заданное значение магнитного поля.

Параметры магнитной системы: катушка электромагнита содержит 600 витков медного провода диаметром 0,5мм, расположена на полюсных наконечниках. Для получения сигнала поле в месте расположения образца должно быть не менее 0,13 Тл. Длина рабочего зазора равна 10 мм, размеры рабочего зазора составляют 60×60×10 мм [3]. Активное сопротивление катушки электромагнита при температурах 20 и 100°С – 13,8 и 18,8 Ом соответственно, что определяет область работы источника тока. Передаточная характеристика источника тока:  $W_{ИТ}=0,1$ .

Для определения передаточной характеристики электромагнита (ток-поле) использовались методы расчета магнитных цепей. Поле в центре зазора  $B=0,13$  Тл создается током  $I=2,35$  А. Передаточная функция системы имеет вид:

$$W_{МС} = K_{МС} / (T_{МС} \cdot p + 1) = 0,553 / (0,1 \cdot p + 1). \quad (1)$$