

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Д.В. Топольский, И.Г. Топольская, В.И. Смолин, Н.Д. Топольский

В последние годы в РФ предпринимаются энергичные меры по разработке и внедрению в государственные организации и, прежде всего, в образовательные учреждения свободного программного обеспечения (СПО). Основным преимуществом СПО для целей образования является имеющая правовую основу возможность свободно изучать документированный исходный код свободных программ для ЭВМ и модифицировать его, в том числе создавать на его базе собственные разработки. Для целей образования необходимо обеспечить преподавателям и обучающимся возможность выбора между свободным и закрытым ПО.

С целью создания условий для альтернативного выбора программного обеспечения в 2008 году в рамках приоритетного национального проекта «Образование» был разработан пакет свободного программного обеспечения (ПСПО) для образовательных учреждений РФ. По планам Правительства РФ в 2011 году предполагается внедрение разработанного ПСПО во всех образовательных учреждениях РФ.

В базовый состав ПСПО входит программное обеспечение для создания и редактирования текстов, электронных таблиц, управления базами данных, обработки и редактирования растровой и векторной графики, сжатия и архивирования файлов, защиты от вирусов и всех других типов вредоносных программ, управления электронной почтой и персональными контактами, создания и редактирования мультимедийных презентаций и материалов, объектно-ориентированного программирования и разработки приложений, создания и редактирования интернет-приложений, оптического распознавания документов, создания и редактирования блок-схем, верстки и подготовки публикаций, разработки интерактивных тестов и др.

Между тем в состав ПСПО входят такие пакеты, которые целесообразно использовать в техническом образовании и научно-исследовательской

работе. Таким пакетом является свободно распространяемая система компьютерной математики Scilab. Scilab [3] предназначен для выполнения инженерных и научных вычислений. По своим возможностям пакет Scilab сопоставим с известным математическим пакетом Mathcad, а по своему интерфейсу похож на пакет MATLAB. Однако при этом пакет Scilab – свободно распространяемая программа, а значит бесплатная для конечного пользователя. Существуют версии Scilab для различных операционных систем: для ОС Linux, ОС семейства Windows и даже для MacOS. Примеры в статье приводятся на базе одной из версий пакета 4.1.1. Последнюю версию пакета всегда можно скачать на официальном сайте программы www.scilab.org.

В научно-исследовательской работе пакет Scilab целесообразно применять в задачах, связанных с моделированием.

В частности с моделированием работы асинхронных двигателей. Примером использования возможностей программы Scilab может служить решение следующей задачи. Из опыта холостого хода для асинхронного двигателя необходимо подобрать зависимость потребляемой из сети мощности P_1 от входного напряжения U , представленная в виде

$$P_1 = a_1 + a_2 U + a_3 U^2 + a_4 U^3.$$

Данная задача может быть решена с помощью метода наименьших квадратов. Экспериментальные данные представлены в таблице

U, В	132	140	150	162	170	180	190	200	211	220	232	240	251
P_1 , Вт	330	350	385	425	450	485	540	600	660	730	920	1020	1350

В результате работы функции `datafit` была подобрана аналитическая зависимость вида

$$P = -51,577 + 95,595 U - 55,695 U^2 + 11,111 U^3,$$

а сумма квадратов отклонений измеренных значений от расчетных составила 0,529. Геометрическая интерпретация задачи представлена на рисунке.

Листинг 1. Построение графика подобранной зависимости

```
//Построение графика экспериментальных данных
```

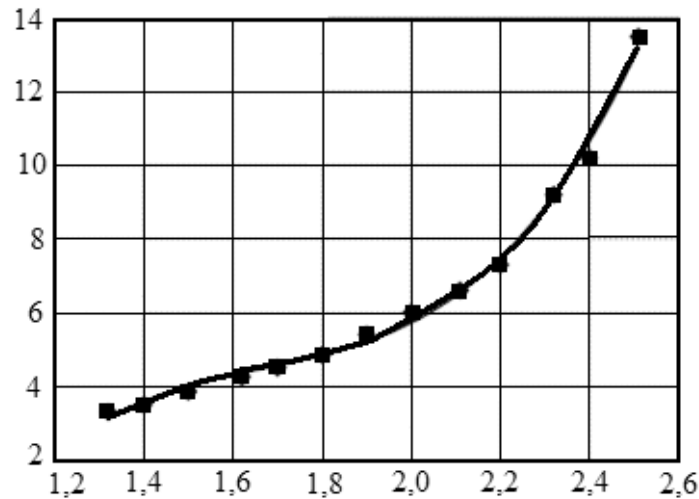
```
plot2d(x,y,-4);
```

```
//Построение графика подобранной функции
```

```
t=1.32:0.01:2.51;
```

```
Ptc=a(1)+a(2)*t+a(3)*t^2+a(4)*t^3;
```

```
plot2d(t,Ptc);
```



Графическая интерпретация задачи

Другим примером использования Scilab при моделировании является определение коэффициентов потерь мощности в асинхронных двигателях. Эти коэффициенты используются в алгоритмах вычисления вращающего момента по конструктивным параметрам электрических машин и служат для адаптации микропроцессорного измерителя к конкретному типу асинхронного двигателя [4].

Вычислительные алгоритмы построены в соответствии со следующей математической моделью функционирования измерительного устройства [5]:

$$M = \frac{P_1 \pm \Sigma \Delta P_i}{\omega}, \quad (1)$$

где P_1 – электрическая мощность; ω – угловая скорость; M – вращающий момент; $\Sigma \Delta P_i$ – суммарные потери мощности, знак «+» соответствует генераторному режиму работы, знак «-» соответствует двигательному режиму работы электрической машины. Точное измерение P_1 и ω в настоящее время является относительно простой технической задачей. Суммарные потери мощности, учитываемые в алгоритмах, разделены на три составляющие: электрические, магнитные и механические. Применение программного метода контроля потерь мощности позволяет учесть их зависимость от измеряемых величин и параметров электрической машины:

$$\Delta P_{эл} = c_1 i^2 (1 + \Theta(t - t_{ном})), \quad (2)$$

$$\Delta P_{магн} = c_2 u^2 \omega^2, \quad (3)$$

$$\Delta P_{мех} = \omega(c_3 + c_4 \omega), \quad (4)$$

где i и u – мгновенные значения линейных токов и напряжений трехфазной машины; t и $t_{ном}$ – измеряемая температура и номинальная температура электрической машины; Θ – температурный коэффициент сопротивления, $c_1 \dots c_4$ – константы, посредством которых устройство адаптируется к конкретному типу электрической машины. Квадратичная аппроксимация в

уравнениях (3) и (4) значительно упрощает техническую реализацию микропроцессорного устройства и повышает его быстродействие [6].

В качестве адаптационных коэффициентов $c_1 \dots c_4$ приняты величины, определяемые традиционным путем проведения опытов холостого хода и короткого замыкания. Аналитические выражения, описывающие отдельные составляющие потерь мощности электрических машин через их конструктивные параметры приведены в большом количестве справочной литературы по электрическим машинам. Сгруппировав отдельные составляющие потерь по их видам, можно путем сравнительно простых вычислений получить значения коэффициентов c_1 , c_2 , c_3 и c_4 , которые применяются при описании электрических, магнитных и механических потерь в выражениях (2), (3) и (4) соответственно. При вычислении адаптационных коэффициентов удобно воспользоваться пакетом Scilab [7].

Расширение разработки и использования СПО позволит достичь расширения участия научных и образовательных учреждений в разработке программ для ЭВМ, что укрепит их экономический базис и будет способствовать развитию высокотехнологичных разработок.

Библиографический список

1. Попова, О. Миграция на свободное ПО в Красноярском институте экономики / О. Попова // Учительская газета. – 2008. – 25 нояб.
2. Некоторые аспекты использования свободного программного обеспечения в электротехническом образовании и научных исследованиях при определении коэффициентов потерь мощности в асинхронных двигателях / Д.В. Топольский, И.Г. Топольская, В.И. Смолин, А.А. Бакин // Электронная культура. Информационные технологии будущего и современное электронное обучение «Modern IT &(e-) Learning»: материалы междунар. науч. конф., 6–8 окт. 2009 г. – Астрахань: ООО «Типография «НОВА», 2009.
3. Алексеев, Е.Р. Scilab: Решение инженерных и математических задач / Е.Р. Алексеев, О.В. Чеснокова, Е.А. Рудченко. – М.: ALT Linux; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 269 с.
4. Определение адаптационных коэффициентов для микропроцессорного измерителя вращающего момента по конструктивным параметрам электрических машин. / С.П. Гладышев, В.И. Смолин, Д.В. Топольский и др. // НИТЭ-2000: сб. науч. тр. – Астрахань, 2000. – С. 165–168.
5. Смолин, В.И. Об одном методе определения вращающего момента электрических машин / В.И. Смолин, Д.В. Топольский, Н.Н. Гудаев // Электричество. – 1999. – № 7. – С. 27–30.
6. Использование квадратичной аппроксимации потерь мощности в вычислительных алгоритмах микропроцессорного измерителя вращающего момента. / С.П. Гладышев, В.И. Смолин, Д.В. Топольский и др. // НИТЭ-2000: сб. науч. тр. – Астрахань, 2000. – С. 161–165.
7. Квадратичная аппроксимация коэффициентов потерь мощности в асинхронных двигателях средствами программы SCILAB в составе пакета свободно-

го программного обеспечения для образовательных учреждений Российской Федерации / Д.В. Топольский, И.Г. Топольская, В.И. Смолин, А.А. Бакин // Свободное программное обеспечение в образовании и профессиональной деятельности «Свободный полет – 2009»: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), г. Уфа, 13–14 нояб. 2009 г.