РАЗДЕЛ VI. ЭНЕРГЕТИКА

Баланцев А.Р., Баланцева Н.Б., Андреева Н.А.

Применение программы Mathcad для повышения качества преподавания технических дисциплин

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»
(Россия, Архангельск)

doi: 10.18411/sr-05-12-2021-13

Аннотация

В статье рассматривается проблема повышения качества преподавания и облегчения его труда. Для его решения авторы, опираясь на свой опыт, предлагают использовать программу Mathcad. В качестве иллюстрации эффективности предложенного способа приведены примеры разработки лекционного материала и программы проверки правильности выполнения курсового проекта.

Ключевые слова: компьютер, интерактивная доска, компьютерная программа, Mathcad, лекция, курсовой проект.

Во время проведения занятий по техническим дисциплинам в недалеком прошлом преподавателю приходилось производить на доске вывод длинных и сложных формул, изображать графики математических зависимостей, производить расчеты и другие операции, занимающие на ней много места и требующие от него исключительного внимания и аккуратности. При этом было практически невозможно избежать ошибок, снижающих качество преподавания. Ограничение пространства доски требовало периодически стирать ранее нанесенный на нее материал.

Внедрение в процесс обучения подключаемых к компьютеру проекторов и интерактивных досок в значительной мере снимает эту проблему, но требует от преподавателя обоснованного выбора компьютерной программы для работы с этими устройствами.

При выборе программы для автоматизации своего труда авторы ориентировались на следующие критерии.

1. Ориентацию на решение задач малой и средней сложности.
2. Возможность выполнения как численных, так и символьных вычислений.
3. Оформление результатов в виде документа, форма которого близко соответствует требованиям стандарта оформления студенческих работ, т.е. должны быть обеспечены возможности:
 - внесения текстовой информации с применением средств форматирования;
 - внесения записей в форме, близкой к общематематической;
 - внесения графической информации (графиков, схем, векторных диаграмм), в том числе и меняющихся в зависимости от условий задания и результатов расчетов.
4. Возможность выполнения на рабочем документе дополнительных вычислений над основными и промежуточными результатами расчетов.

На взгляд авторов этим критериям наиболее полно отвечает программа автоматизации инженерных расчетов Mathcad.

При подготовке текста лекции следует иметь в виду то, что при его написании в среде Mathcad-а в него можно вставлять рисунки, выполненные в других программах.

Средства редактирования программы Mathcad позволяют оформить его как полноценный документ, который может быть выдан студентам, как в его собственном формате, так и в формате RTF или HTML. Последние два варианта не позволяют изменить данные для расчетов, зато могут быть прочитаны на большинстве компьютеров (программы, использующие форматы RTF или HTML распространены гораздо шире, чем Mathcad).

На рисунке 1 изображены фрагменты копии экрана программы Mathcad, с подготовленным текстом лекции по курсу «Теоретические основы электротехники». Абзац, выделенный красным цветом, указывает на параметр цепи (емкость C), который рекомендуется изменить для исследования характера переходного процесса.

Рисунок 1. Текст лекции, подготовленный в программе Mathcad

Значительную экономию сил и времени преподавателя Mathcad может обеспечить при его использовании для проверки студенческих контрольных и курсовых работ. Разработки такого типа используются в неизменном виде в течение нескольких лет. Это делает оправданным значительные трудозатраты на написание сложных программ, позволяющих значительно облегчить процесс их проверки. Руководствуясь этими соображениями, авторы разработали задание на курсовой проект по дисциплине «Теоретические основы электротехники» (далее ТОЭ) и программу для его проверки.

Значительную часть текста программы составляют таблицы данных, описывающих параметры элементов электрической цепи и данные по ее топологии для необходимого количества вариантов. Структура таблиц такова, что нужный вариант задания и значения параметров элементов цепи задавались значениями минимального количества переменных (m и n). Так же авторами разработан ряд подпрограмм, реализующих методы расчета режимов электрических цепей и способов графического отображения информации, отсутствующих в библиотеке стандартных функций Mathcad-a. К ним относятся: подпрограммы, реализующие алгоритмы формирования систем алгебраических уравнений установившегося режима на основе метода узловых напряжений и систем дифференциальных уравнений переходного режима на основе законов Кирхгофа, построения векторных диаграмм и выведения на поле графика схемы электрической цепи, соответствующей заданному варианту. Проблема расчета изображений решается с помощью, разработанной функций, рассчитывающих координаты точек ломаной линии, заданной параметрически.

Объем статьи позволяет привести только тексты самых коротких функций и фрагменты рабочего листа, но авторы надеются, что они наглядно демонстрируют удобство такого подхода для облегчения труда преподавателя. В принципе существует возможность создать библиотеку таких функций и включить ее в состав программы Mathcad, что привело бы к росту его функциональности.

В качестве иллюстрации эффективности разработки используются изображения рабочего листа проверки курсовой работы по дисциплине ТОЭ по теме «Исследование установившихся и переходных режимов линейных цепей переменного синусоидального тока».

Рисунки 2 и 3 демонстрируют, как изменяются схемы электрических цепей и полученные в результате расчетов векторные диаграммы при изменении исходных данных (m и n). Величина m определяет значения емкостей и индуктивностей входящих в состав цепи. Величина n является номером варианта, то есть определяет вид цепи. Соответствие вектора и изображаемой им величины может быть получено использованием различных цветов и типов линий.

На рисунке 4 приведены тексты функций, вычисляющих координаты массивов точек, задающих рисунки.

Функция $\text{Vec}(z_0, z, A)$ рассчитывает рисунок вектора. Параметрами функции являются:

z_0 – координаты начала вектора в форме комплексного числа, где действительная часть откладывается на ось абсцисс, а мнимая на ось ординат;

z – величина вектора в комплексной форме;

A – длина стрелки вектора (если она окажется больше длины самого вектора, то программа ее автоматически уменьшает).

Рисунок 2. Лист проверки курсового проекта для варианта, заданного параметрами $m = 1$, $n = 1$

Рисунок 3. Лист проверки курсового проекта при для варианта, заданного параметрами $m = 3$, $n = 8$

Функция $RisR(D, b, e, R)$ – рассчитывает рисунок активного сопротивления. Параметрами функции являются:

D – массив точек, задающий рисунок схемы, которой данное активное сопротивление добавляется;

b, e – координаты точек, задающих линии, соединяющие стороны изображения резистора с остальной схемой;

R – параметр, указывающий на необходимость изображения резистора (0 – если изображение следует пропустить).

<pre> Vec(z0, z, A) := rg ← ORIGIN r ← z q ← 0.46416 a ← A while a > r·0.8 a ← a·q k ← a·(1 + 0.18)j α ← arg(z) β ← arg[(r - Re(k)) + Im(k)·j] r1 ← (r - Re(k)) + Im(k)·j a0 ← (r - Re(k)) a1 ← cos(α) + sin(α)·j a2 ← cos(α + β) + sin(α + β)·j a3 ← cos(α - β) + sin(α - β)·j for i ∈ 0..5 z_{rg} ← z0 if i = 0 z_{rg+1} ← z0 + a0·a1 if i = 1 z_{rg+2} ← z0 + r1·a2 if i = 2 z_{rg+3} ← z0 + r·a1 if i = 3 z_{rg+4} ← z0 + r1·a3 if i = 4 z_{rg+5} ← z0 + a0·a1 if i = 5 for r ∈ rg..rg + 5 xy_{r, rg} ← Re(z_r) xy_{r, rg+1} ← Im(z_r) xy </pre>	<pre> RisR(D, b, e, R) := g ← ORIGIN if R ≠ ∞ p ← rows(b) q ← rows(e) bi ← $\begin{cases} b & \text{if } p = 0 \\ b_{p+g-1} & \text{otherwise} \end{cases}$ ei ← $\begin{cases} e & \text{if } q = 0 \\ e_g & \text{otherwise} \end{cases}$ d ← bi - ei z ← $\begin{cases} \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ d & 0 \end{pmatrix} & \text{if } R = 0 \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ .5d - 5 & 0 \\ .5d - 5 & 2 \\ .5d + 5 & 2 \\ .5d + 5 & -2 \\ .5d - 5 & -2 \\ .5d - 5 & 0 \\ j & j \\ .5d + 5 & 0 \\ d & 0 \\ j & j \end{pmatrix} & \text{otherwise} \end{cases}$ D ← RisPr(D, z, b, e, bi, ei) D </pre>
---	---

Рисунок 4. Тексты подпрограмм, рассчитывающих рисунки вектора $Vec(z_0, z, A)$ и активного сопротивления $RisR(D, b, e, R)$ в среде программы Mathcad