ваивает программу по физике лишь на репродуктивном уровне, они слабо понимают сущности изучаемых физических величин, не умеют применять законы физики на практике. И это на фоне возрастания требований, предъявляемых к уровню образования. В современном обществе качественное образование заключается не в том, чтобы выпускник хорошо усвоил определенный объем информации, а в том, чтобы он овладел научным мышлением, стал способным к творческой деятельности. Ученик должен уметь правильно ориентироваться в происходящем вокруг, принимать квалифицированные решения, а для этого он должен научиться анализировать, выдвигать и доказывать гипотезы.

Как показал анализ современных сборников задач по физике, составленных белорусскими авторами и рекомендованных для использования в средней школе, подавляющее большинство задач по теме «Постоянный электрический ток» (примерно 90 %) решается механически с использованием нескольких формул. Такие задачи необходимы только для закрепления знания формул и никаких других функций не несут, развивают учеников однобоко, не показывая связи с другими разделами физики, и не устанавливают межпредметные связи. Сборники задач по физике являются недоработанными и не учитывают современных тенденций как в развитии физики как науки в целом, так и школьного предмета в частности. Рассмотренные задачи не развивают творческое мышление.

Для решения данной проблемы необходимо широкое использование приемов учебной деятельности, усиливающих познавательную активность школьников. Одним из таких приемов является систематическое использование на различных этапах обучения физике творческих физических задач. Такой инновационный комплекс тестов и задач по теме «Постоянный электрический ток» для курса физики средней школы нами разработан и проходит апробацию в учебных заведения города Бреста.

УДК 519.6:004.02

Е.Н. ШВЫЧКИНА
Брест, УО БрГТУ

РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ШЕСТЬЮ ОСОБЫМИ ТОЧКАМИ АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

В работе [1] рассматривается дифференциальное уравнение третьего порядка с шестью особыми точками вида

$$w''' = \sum_{k=1}^{6} \frac{w'w'' + A_k (w')^3 + c_k w'}{w - a_k} + E\,w' \tag{1}$$

коэффициенты которого a_k, $(k = \overline{1,6})$, являются постоянными величинами и симметричны относительно начала координат. Оно представлено в виде эквивалентной системы двух дифференциальных уравнений. А именно

$$\begin{cases} w'' = f_1(z,w)w'^2 + f_2(z,w)v + f_3(w), \\ \qquad v' = -2 f_1(z,w) w' v, \end{cases} \tag{2}$$

где $f_i(i = \overline{1,3})$ функции по z и w. Там же рассмотрен метод нахождения функций, являющихся коэффициентами искомой системы (2) [1]. Выберем, например, в качестве значений a_k, $(k = \overline{1,6})$ соответственно величины

$$a_1 = 1,\;\; a_2 = \frac{1}{2},\;\; a_3 = \frac{1}{4},\;\; a_4 = -\frac{1}{2},\;\; a_5 = -\frac{1}{4},\;\; a_6 = -1,$$

для которых приводится вид эквивалентной системы:

$$w'' = \frac{1 + 12w^2 + (1+w)(1+4w)(5+8w)}{2w + 8w^3 + (1+w)^2(1+4w)^2} w'^2 + v(w-1)\left(w - \frac{1}{2}\right)\left(w - \frac{1}{4}\right)\times$$
$$\times\left(w + \frac{1}{4}\right)\left(w + \frac{1}{2}\right)(w+1) - \Big(10c_1(2w-1)\big(1 + 2w + 16w^2 + (7 + 47w + 88w^2 +$$
$$+48w^3)\big) + (w-1)\Big(-c_2\big(16(1 + w + 13w^2) + 3\big(31 + 207w + 384w^2 + 208w^3\big)\big) +$$
$$+(2w-1)\Big(19\big(-1 - 3w + 14w^2 + 48w^3 + 32w^4\big) + e\big(21 + 143w + 274w^2 + 152w^3\big) +$$
$$+ e\big(3 + 9w + 38w^2\big)\Big)\Big)\Big)\Big(19\Big(\big(1 + 5w + 4w^2\big)^2 + 2\big(w + 4w^3\big)\Big)\Big)^{-1},$$

$$v' = -2\frac{1 + 12w^2 + (1+w)(1+4w)(5+8w)}{2w + 8w^3 + (1+w)^2(1+4w)^2} w' v, \tag{3}$$

где $c_1, c_2, e -$ коэффициенты уравнения (1) [2]. Интегрируя составленную систему (3), полагая, например, значения параметров

$$c_1 = 1, c_2 = -1, \quad e = 1,$$

найдем ее общий интеграл

$$6\sqrt{2}\left((r_1 - r_2)F\left[Arc\sin\sqrt{\frac{(r_2 - r_4)(w - r_1)}{(r_1 - r_4)(w - r_2)}}\,\middle|\,\frac{(r_2 - r_3)(r_1 - r_4)}{(r_1 - r_3)(r_2 - r_4)}\right]\sqrt{\frac{(w - r_1)(w - r_2)}{(r_1 - r_3)}}\times\right.$$
$$\left.\times\sqrt{(w - r_3)(w - r_4)}\right)\cdot\big(3(54C_2 + 5) - 2(2C_1 - 558C_2 + 15)w + \tag{4}$$
$$+18(118C_2 + 1)w^2 - 4(C_1 - 279C_2 - 9)w^3 + 162C_2 w^4\big)^{-1/2} =$$
$$= (r_2 - r_1)(r_2 - r_4)(\pm z + C_3),$$

где $F[\phi \mid m]$ – неполный эллиптический интеграл первого рода [6], а именно

$$F[\phi \mid m] = \int_0^{\phi} \left(1 - m\sin^2(\theta)\right)^{-1/2} d\theta, \text{ где } -\pi/2 < \phi < \pi/2,$$

и

$$r_i = Root[15 + 162C_2 - (30 + 4C_1 - 1116C_2)\#1 + (18 + 2124C_2)\#1^2 +$$
$$+ (36 - 4C_1 + 1116C_2)\#1^3 + 162C_2\#1^4, i] \quad (i = 1,2,3,4).$$

Рассмотрим задачу Коши для уравнения (1) с начальными условиями

$$w(0) = 0, \quad w'(0) = 0{,}5, \quad w''(0) = 0{,}5. \tag{5}$$

Для системы (3) начальные условия (5) примут вид

$$w(0) = 0, \quad w'(0) = 0{,}5, \quad v(0) = -\frac{361}{108}. \tag{6}$$

Найдем значения произвольных постоянных C_1, C_2, C_3, а именно

$$C_1 = -\frac{361}{12}, C_2 = -\frac{7}{108}, \ C_3 \approx 2{,}96809270936 \times 10^{-9}.$$

Точное значение постоянной C_3 выражается через Root – объекты [4], здесь приведено его приближенное значение.

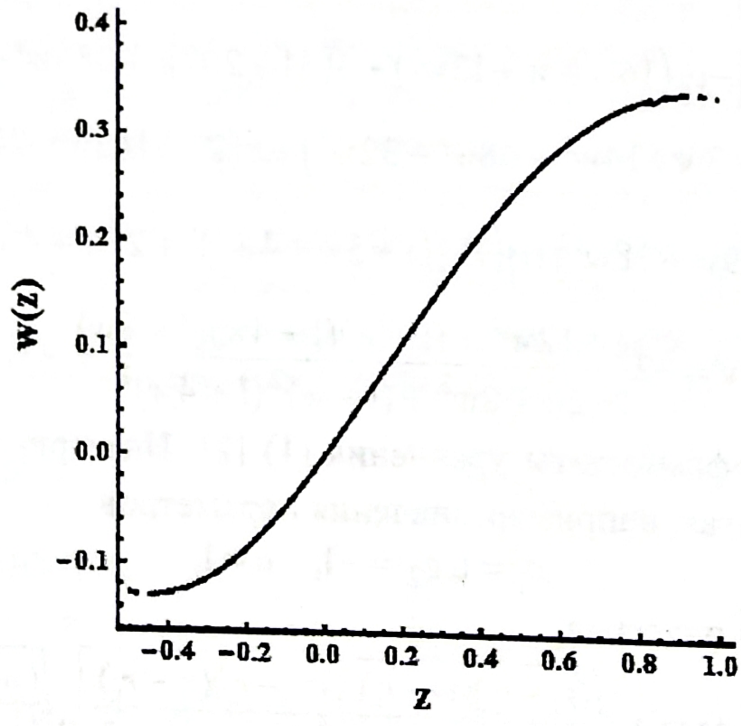

Рисунок – Сравнение графиков функции $w(z)$, найденной различными способами

Также решим уравнение (1) численными методами, используя функцию NDSolve в СКА *Mathematica* [3, 5], при соответствующих начальных условиях (5) и сравним полученные решения. Изобразим в одной системе координат две функции $w(z)$, найденные различными способами. На рисунке пунктирной линией изображено численное решение уравнения (1), а сплошной линией – точное решение системы (3). Видим, что графики обоих частных решений совпадают.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Швычкина, Е.Н. О построении системы, эквивалентной дифференциальному уравнению Шази с шестью особыми точками / Е.Н. Швычкина // Вестн. Брест. ун-а. Сер. естеств. наук. – 2010. – № 2. – С. 142–148.

2. Швычкина, Е.Н. Решение дифференциальной системы эквивалентной нелинейному уравнению с шестью особыми точками / Е.Н. Швычкина // Современные проблемы математики и вычислительной техники : сб. материалов VIII респ. науч. конф. молодых учёных и студентов, Брест, 21–23 нояб. 2013 г. / БрГТУ ; под ред. В.С. Рубанова [и др.]. – Брест : Изд-во БрГТУ, 2013. – С. 170–172.

3. Wolfram Web Resources / ed. S. Wolfram [Electronic resource]. – Champaign, 2013. – Mode of access : www.wolfram.com – Date of access : 1.02.2014.

4. Trott, M. The *Mathematica* GuideBook for symbolics / M. Trott. – New York : SpringerVerlag, 2006. – 1453 p.

5. Trott, M. The *Mathematica* : GuideBook for numerics / M. Trott. – New York : SpringerVerlag, 2006. – 1208 p.

6. Янке, Э. Специальные функции. Формулы, графики, таблицы / Э. Янке, Ф. Эмде, Ф. Леш. – М. : Наука, 1968. – 344 с.

УДК 517.95

В.А. ШИЛИНЕЦ, Г.А. СКРЕБЕЦ, Ж.С. ТОПОЛЬ
Минск, БГПУ имени М. Танка

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЙ КАНОНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ФОРМАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

В данной работе с помощью бикомплексных функций, моногенных в смысле В.С. Федорова [1], исследуется следующая каноническая система дифференциальных уравнений в формальных производных: