УДК 378.6

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ В ВУЗАХ МЧС РОССИИ

Трофимец Е.Н., кандидат педагогических наук, доцент,
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, г. Санкт-Петербург
ezemifort@inbox.ru

Аннотация. Рассматривается процесс обучения высшей математики с использованием компьютерного моделирования в образовательном процессе специалистов МЧС России.

Ключевые слова: высшая математика, процесс обучения, интеграция, математическое и компьютерное моделирование.

USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE COURSE OF TRAINING OF MILITARY STUDENTS OF THE HIGHER MATHEMATICS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF EMERCOM OF RUSSIA

E.N. Trophimets, candidate of pedagogical sciences, associate professor,
Saint-Petersburg university of State Fire Service EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg
ezemifort@inbox.ru

Abstract. The process of learning mathematics with the use of computer simulation in educational process of specialists of EMERCOM of Russia.

Keywords: the higher mathematics, training process, integration, mathematical and computer modeling.

В системе подготовки специалистов пожарно-спасательного профиля в вузах МЧС России при изучении дисциплин математического цикла целесообразно применять информационные технологии для решения наукоемких и сложных задач. К таким задачам относятся краевые задачи дисциплины «Уравнения математической физики». При решении краевых задач математической физики целесообразно использовать функциональные возможности программных математических пакетов [1, 2].

Наиболее распространенными считаются MathCad, Maple, MatLab, Matematica, Derive и др.

Фокус внимания сместим на решение уравнения гиперболического типа в компьютерной системе MathCad [3, 4].

К уравнениям гиперболического типа (волновым) приводят процессы электрических колебаний в контактных проводах, крутильных колебаний валов, поперечных и продольных колебаний струн, стержней, мембран, электромагнитных колебаний, задачи гидро- и аэродинамики, акустики, диффузии газов и т.д.

Уравнение вынужденных колебаний струны имеет вид:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x,t),$$

где $u(x,t)$ – искомая функция поперечных отклонений струны в точке x в момент времени t, $f(x,t)$ – линейная плотность внешней силы, a^2 – волновой параметр, который определяется соотношением:

$$a^2 = \frac{T}{\rho},$$

где T – сила натяжения струны, ρ – погонная плотность струны.

Формула Даламбера для решения уравнения вынужденных колебаний струны получается добавлением к формуле Даламбера для свободных колебаний струны еще одного слагаемого:

$$u(x,t) = \frac{\varphi(x+at)+\varphi(x-at)}{2} + \frac{1}{2a}\int_{x-at}^{x+at}\psi(z)dz + \frac{1}{2a}\int_0^t \int_{x-a(t-\tau)}^{x+a(t-\tau)} f(\xi,\tau)d\xi d\tau$$

где $\varphi(x) = u(x,0)$ – начальное отклонение струны; $\psi(x) = \frac{\partial}{\partial t}u(x,0)$ – начальная скорость струны.

Таким образом, функции $\varphi(x)$ и $\psi(x)$ задают начальные условия (т.е. решается задача Коши).

Пусть на струну действует внешняя сила с линейной плотностью:

$$f(x,t) = e^{-t}\sin(x).$$

Будем рассматривать бесконечную струну с волновым параметром $a^2=1$. Начальная скорость точек струны $\psi(x)=0$. В начальный момент времени струна имеет профиль, который описывается функцией $\varphi(x)$:

$$\varphi(x) = \begin{cases} 0, x < -c \\ u_0\dfrac{x+c}{c}, -c \le x \le 0 \\ u_0\dfrac{c-x}{c}, 0 \le x \le c \\ 0, x > c \end{cases}.$$

Где u_0 – максимальное отклонение струны, c – «масштабный» параметр по координате x. Пусть $u_0=1$ и $c=1$.

Решение краевой задачи получим при помощи компьютерной системы MathCad в виде графика профиля струны в моменты времени t_0 и $2t_0$, которые кратны отношению c/a. Решение задачи представлено на рис. 1.

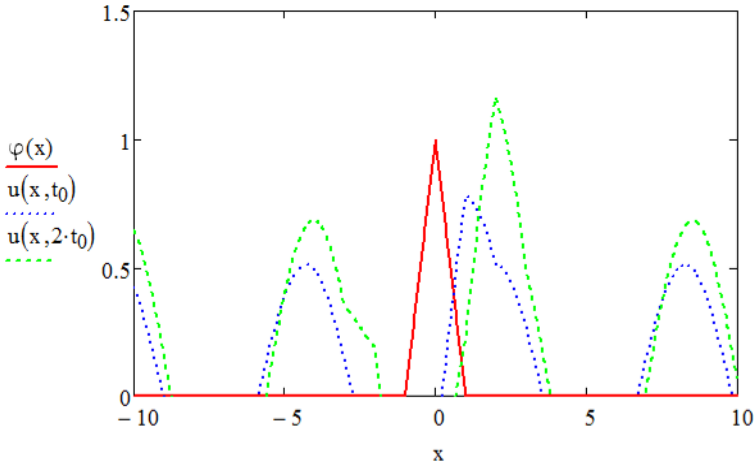


Рис. 1. Определение профиля струны с помощью функции Даламбера

Теперь решим краевую задачу для волнового уравнения:

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2}u(x,t)=a^2\frac{\partial^2}{\partial x^2}u(x,t)+e^{-t}\sin\frac{\pi x}{L},\quad 0<x<L,\quad t>0,$$

с начальными условиями:

$$u(x,0)=\sin\frac{5\pi x}{2L},\quad \frac{\partial}{\partial t}u(x,0)=\cos\frac{\pi x}{2L},\quad 0\le x\le L,$$

и граничными условиями:

$$u(0,t)=\frac{5\pi}{L},\quad u(L,t)=0,\quad 0\le t\le T.$$

Зададим следующие параметры: $a^2 = 1$, $L = 1$, $T = 1$.

Для решения задачи воспользуемся блоком Given/Pdesolve.

Функция Pdesolve имеет следующее ограничение: для частной производной по времени допустима только первая производная. Поэтому требуется преобразование исходного волнового уравнения к эквивалентной системе из двух уравнений:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}=a^2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+f(x,t)\Leftrightarrow\begin{cases}\dfrac{\partial u}{\partial t}=w(x,t),\\ \dfrac{\partial w}{\partial t}=a^2\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2}+f(x,t).\end{cases}$$

При этом граничные условия не изменяются, а начальные условия будут иметь вид

$$u(x,0)=\varphi(x),w(x,0)=\psi((x)=0.$$

Решим задачу для $t_0 = 0{,}25$, $t_0 = 0{,}5$ и $t_0 = 0{,}75$.

Решение краевой задачи о малых поперечных колебаниях ограниченной струны представлено на рис. 2.

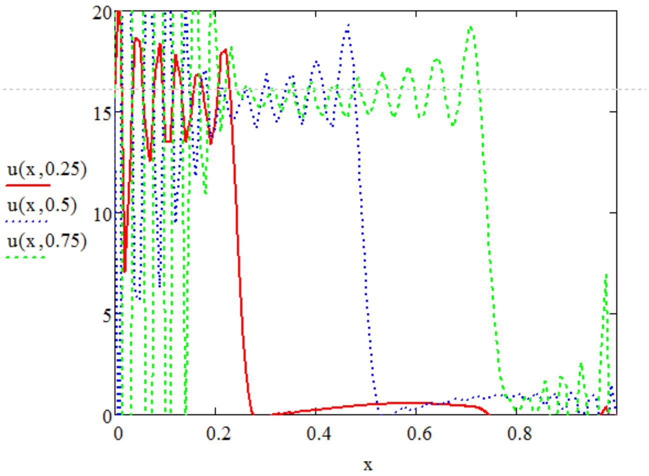


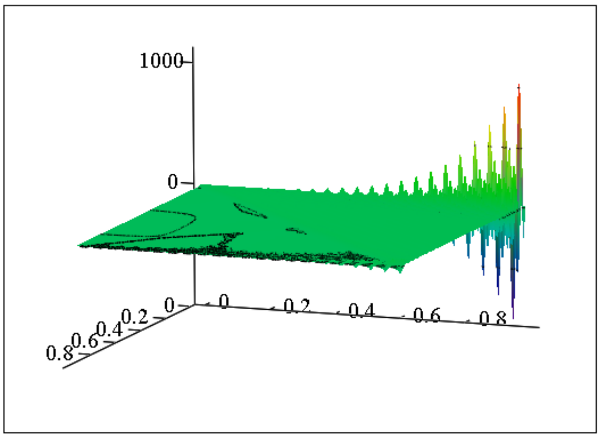
Рис. 2. Решение в виде двухмерного графика

Представим решение задачи в виде поверхности (трёхмерного графика). Для этого воспользуйтесь функцией CreateMesh (находится в категории Построение графика) со следующими параметрами (рис. 3):

$$U := \mathrm{CreateMesh}(u, 0, L, 0, T, 100, 200)$$

Рис. 3. Функция CreateMesh

Решение задачи в виде поверхности представлено на рис. 4.



U

Рис. 4. Решение в виде поверхности

Компьютерная система MathCad – удобный и мощный инструмент, позволяющий решать корректно поставленные задачи математической физики.

Литература

1. Трофимец Е.Н. Компьютерное моделирование в системе подготовки специалистов МЧС России / Е.Н. Трофимец, В.Я. Трофимец // Задачи в обучении математике, физике и информатике: теория, опыт, инновации – Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию П.А. Ларичева. – Издательство: ИП Киселев А.В., 2017. – С. 344-346.

2. Трофимец Е.Н. Математическое моделирование температурного поля платы компьютера в среде Mathcad / Е.Н. Трофимец, В.Я. Трофимец // Математика, физика, информатика и их приложения в науке и образовании – Сборник тезисов докладов Международной школы-

конференции молодых ученых. – Московский технологический университет (МИРЭА), Российский университет дружбы народов, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. – Издательство: Московский технологический университет (МИРЭА), 2016. – С. 123-124.

3. Вакула И.В. К вопросу решения краевых задач математической физики в Mathcad / И.В. Вакула, Е.Н. Трофимец // Шестьдесят девятая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием – Сборник материалов конференции. Электронное издание. Ярославский государственный технический университет, 2016. – С. 1531-1534.

4. Лазарева Е.В. Практическая значимость компьютерной системы Mathcad при нахождении решений по «жестким» математическим моделям / Е.В. Лазарева, Е.Н. Трофимец // Шестьдесят девятая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием – Сборник материалов конференции. Электронное издание. Ярославский государственный технический университет, 2016. – С. 1576-1579.