запросы, формы, отчеты, страницы). Все объекты Access хранятся в одном файле с расширением .mdb. В таблицах хранятся данные о студентах, проживающих в общежитии. Сведения можно добавлять, редактировать, просматривать. Запросы позволяют быстро выбирать необходимую информацию из таблиц. Реализованы запросы: «на выборку» с условием, на создание таблицы, «на обновление» информации, «на удаление» записи, перекрестные запросы и другие. Используя формы, можно вводить данные в таблицы, выводить на экран в удобном виде, просматривать и изменять их. Используя «Инструменты» выполнена установка кнопок для закрытия базы данных, для перехода по формам, для перехода по записям. С помощью отчетов создаются различные виды документов для вывода на печать. В отличие от распечаток таблиц или запросов отчет дает более широкие возможности сортировки и группировки данных, он предоставляет возможность добавлять итоговые значения, а также поясняющие надписи, колонтитулы, номера страниц, стили и различные графические элементы. Опубликованная средствами Access веб-страница, имеющая подключение к базе данных, позволяет просматривать, добавлять, изменять и обрабатывать данные, хранящиеся в базе данных, из обозревателя. Макросы и модули могут быть использованы для автоматизации работы с базой данных.

Литература

1. Ковалева М.А. Создание баз данных в Microsoft Access. Учеб.-метод. пособие. – М.: Мир науки, 2019. – С. 44.

УДК 681

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ВОЛН В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ РЕЖИМАХ

Кодиров О.К., Шукуров Р.
Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими

В настоящей исследовательской работе рассматривается волновой процесс физического явления в экстремальных режимах, которое описывается дифференциальным уравнением в частных производных второго порядка с постоянными коэффициентами вида:

$$\left(\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + p \cdot \frac{\partial u}{\partial t} + qu\right)^n = \sum_{j=1}^{m} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_j^2} + p_j \cdot \frac{\partial u}{\partial x_j} + q_j u\right)^n, \qquad (1)$$

где m, n $(m, n > 1)$ – натуральные числа, $t \ge t_0 \ge 0$, $x = (x_1, x_2, \dots, x_m) \in R^m$, $p > 0$ и $p_j > 0$ $(j = \overline{1,m})$ – действительные числа, $u(t, x)$ – искомая функция.

Изучение таких физических процессов приводят к модельному уравнению с экстремальными свойствами:

$$Lu = \max_{\alpha \in A} \left\{ \sum_{j=1}^{m} \alpha_j (L_j u)^s \right\}^{\frac{1}{s}}, \tag{2}$$

где $A = \left\{ \alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m) : 0 < \alpha_j < 1,\ \sum_{j=1}^{m} \alpha_j^{\frac{n}{n-s}} = 1 \right\}$, $n > s > 0$ – натуральные числа.

В работах профессора М. Юнуси [1] доказано, что уравнение (2) эквивалентно уравнению:

$$(Lu)^n = \sum_{j=1}^{m} (L_j u)^n. \tag{3}$$

Следствием уравнения (3) при дифференциальных операторах:

$$L = \frac{\partial^2}{\partial t^2} + p \cdot \frac{\partial}{\partial t} + q,\ L_j = \frac{\partial^2}{\partial x_j^2} + p_j \cdot \frac{\partial}{\partial x_j} + q_j \quad (j = \overline{1,m})$$

является уравнение (1).

Для данного уравнения (1) сначала задаём начальные условия в виде

$$u = (t_0; x_{01}, x_{02}, \cdots, x_{0m}) = u_{01},\quad \frac{\partial u}{\partial t} = (t_0; x_{01}, x_{02}, \cdots, x_{0m}) = u_{02}. \tag{4}$$

Чтобы найти решения уравнения (1) в экспоненциальном классе используем вспомогательную переопределенную систему уравнений

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 u}{\partial t^2} + p \dfrac{\partial u}{\partial t} + qu = C\, u, \\ \dfrac{\partial^2 u}{\partial x_j^2} + p_j \dfrac{\partial u}{\partial x_j} + q_j\, u = C_j\, u, \quad (j = \overline{1,m}). \end{cases} \tag{5}$$

В системе уравнений (5) C и C_j $(j = \overline{1,m})$ – произвольные действительные числа, которые являются решением уравнения согласования:

$$\sum_{j=1}^{m} C_j^n = C^n. \tag{6}$$

Находим общее решение переопределенной системы (5), которое является общим решением уравнения (1) в экспоненциальном классе. Решение поставленной задачи состоит из трех случаев. Рассмотрим каждый случай по отдельности и получим соответствующие решения:

а) Рассмотрим случай:

$$p^2 + 4\cdot(C-q) > 0,\ p_j^2 + 4\cdot(C_j - q_j) > 0,\ (j = \overline{1,m}).$$

В этом случае решение принимает вид:

$$u = \left[\frac{2u_{0,2} + \left(p + \sqrt{p^2 + 4\cdot(C-q)} \right)\cdot u_{0,1}}{2^{m+1}\sqrt{p^2 + 4\cdot(C-q)}} \times \exp\left\{ \frac{-p + \sqrt{p^2 + 4\cdot(C-q)}}{2}(t - t_0) \right\} - \right.$$

$$\left. - \frac{2u_{0,2} + \left(p - \sqrt{p^2 + 4\cdot(C-q)} \right)\cdot u_{0,1}}{2^{m+1}\sqrt{p^2 + 4\cdot(C-q)}} \times \exp\left\{ \frac{-p - \sqrt{p^2 + 4\cdot(C-q)}}{2}(t - t_0) \right\} \right] \times$$

$$\times \prod_{j=1}^{m} \left[\exp\left\{ \frac{-p_j + \sqrt{p_j^2 + 4\cdot(C_j - q_j)}}{2}(x_j - x_{0,j}) \right\} + \right.$$

$$\left. + \exp\left\{ \frac{-p_j - \sqrt{p_j^2 + 4\cdot(C_j - q_j)}}{2}(x_j - x_{0,j}) \right\} \right] \tag{7}$$

б) Второй случай: $p^2 + 4\cdot(C-q) = 0,\ p_j^2 + 4\cdot(C_j - q_j) = 0,\ (j = \overline{1,m})$.

Для этого случая решение принимает вид:

$$u = \left[u_{0,1} + \left(u_{0,2} + \frac{p}{2}u_{0,1} \right)\cdot(t - t_0) \right]\cdot \exp\left\{ -\frac{p}{2}(t - t_0) \right\} \times$$
$$\times \prod_{j=1}^{m} \left[1 + x_j - x_{0,j} \right]\cdot \exp\left\{ -\frac{p_j}{2}(x_j - x_{0,j}) \right\}. \tag{8}$$

в) Третий случай: $p^2 + 4\cdot(C-q) < 0,\ p_j^2 + 4\cdot(C_j - q_j) < 0,\ (j = \overline{1,m})$.

Тогда решение принимает вид:

$$u=\exp\left\{-\frac{p}{2}(t-t_0)\right\}\cdot\left[u_{0,1}\cos\left(\frac{\sqrt{p^2+4(C-q)}}{2}(t-t_0)\right)+\right.$$

$$\left.+\frac{2u_{0,2}+pu_{0,1}}{\sqrt{p^2+4(C-q)}}\cdot\sin\left(\frac{\sqrt{p^2+4(C-q)}}{2}(t-t_0)\right)\right]\times$$

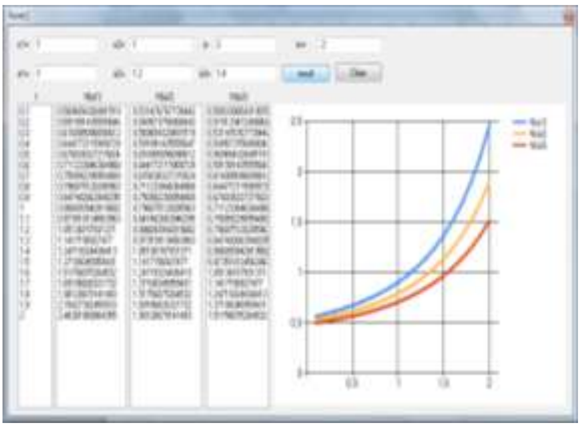
$$\times\prod_{j=1}^{m}\left[\exp\left\{-\frac{p_j}{2}(x_j-x_{0,j})\right\}\cdot\left\{\cos\left(\frac{\sqrt{p_j^2+4(C_j-q_j)}}{2}(x_j-x_{0,j})\right)+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\sin\left(\frac{\sqrt{p_j^2+4(C_j-q_j)}}{2}(x_j-x_{0,j})\right)\right\}\right]. \qquad (9)$$

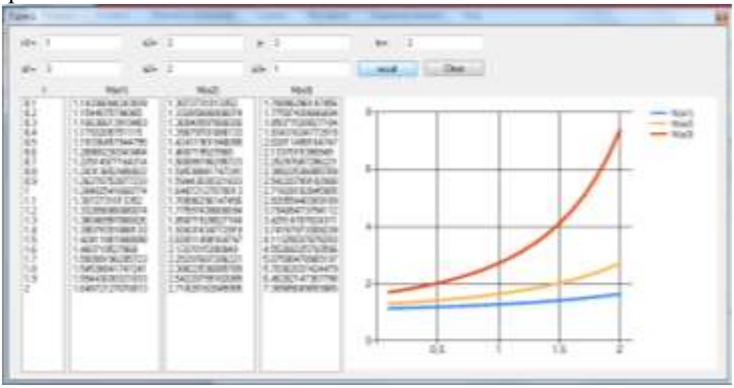
Теорема. Решения уравнений (1) и (3), удовлетворяющие начальным условиям (4), соответственно переопределенных систем (5) и (6) представляются в видах (7), (8), (9), если C и C_j $(j=\overline{1,m})$ являются решением уравнения согласования.

Теперь приведем численный расчет рассматриваемого волнового процесса, используя язык программирования С++, результатом которого является графическая иллюстрация состояния данного явления.

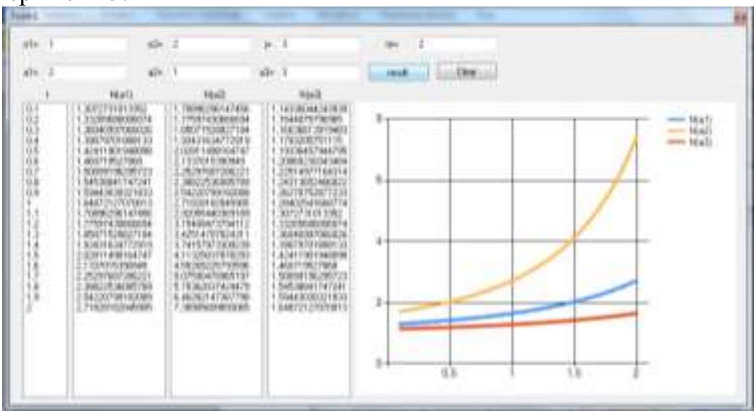
Эксперимент 1.



Эксперимент 2.



Эксперимент 3.



Литература

1. Юнуси М.К. Об одном классе модельных уравнений с экстремальным свойством / М.К. Юнуси // Вестник национального университета, 2004, серия математика. – № 1. – С. 128–135.
2. Юнуси М.К. Теорема о представлении сложных объектов описываемых дифференцированными уравнениями полиномами / М.К. Юнуси // Вестник ТНУ, 2013, серия естественных наук. – № 1(102). – С. 3–12.
3. Кодиров О.К. Об одном классе дифференциальных уравнений в частных производных третьего порядка / М. Гадозода, О.К. Кодиров // Вестник национального университета, серия естественных наук. – Душанбе, 2009. – № 1(49). – С. 49–53.
4. Кодиров О.К. Представления решений одного класса дифференциальных уравнений в частных производных третьего порядка / М. Гадозода, О.К. Кодиров // Вестник технического университета, 2009. – № 4. – С. 5–7.