В разделе «Список литературы» приведен список учебников, которые используются в учебе студентами.

В целом можно отметить, что разработка сайта по истории развития численных методов с применением онлайн-инструмента Wix.com в основном выполнена. Созданный сайт доступен по адресу https: //larochkin16.wixsite.com/methods и может быть использован в учебном процессе при изучении курсов «Программирование и математическое моделирование» и «Численные методы».

Литература

1. Вержбицкий, В. М. Численные методы. / В.М. Вержбицкий. – М. : Высшая школа, 2005. – 841 с.
2. Зализняк, В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков. / В.Е. Зализняк. – М. : Едиториал, 2002. – 296 с.
3. Ращиков, В.И. Численные методы решения физических задач / В.И. Ращиков, А.С. Рошаль. – СПб. : Лань, 2005. – 208 с.
4. Турчак, Л.И. Основы численных методов. / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. – М. : Физматгиз, 2005. – 301 с.
5. Обзор и отзывы о конструкторе сайтов Wix – URL: http: //uguide.ru/konstruktor-sajtov-wix-obzor-otzyvy-primery-sajtov (дата обращения: 23.03.2017).
6. Wix – популярный бесплатный онлайн-конструктор сайтов с богатыми возможностями – URL: http: //internetno.net/category/obzoryi/wix_besplatnyj_onlajn_konstruktor_sajtov/ (дата обращения: 24.03.2017).

Лю Имин (УО «ГГУ имени Ф. Скорины», Гомель)
Науч. рук. **Е.А. Дей**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДВУМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ MATLAB

При исследовании практически важных случаев точное решение двумерного уравнения Шредингера можно получить только в отдельных случаях [1,2]. Для получения численного решения в настоящее время имеется возможность использовать готовые специализированные программы. Система Matlab содержит встроенное приложение pdetool, позволяющее решать различные уравнения в частных производных на плоскости методом конечных элементов [3,4].

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

В литературе подробно описано применение этого приложения для решения уравнения Пуассона, уравнения колебаний, уравнения теплопроводности [3,4]. Однако отсутствуют примеры применения этого приложения для решения уравнения Шредингера.

В данной работе приложение pdetool применяется для численного решения уравнения Шредингера с потенциалом двумерного гармонического осциллятора в системе единиц $\hbar = 1,\ m = 1$ [2]

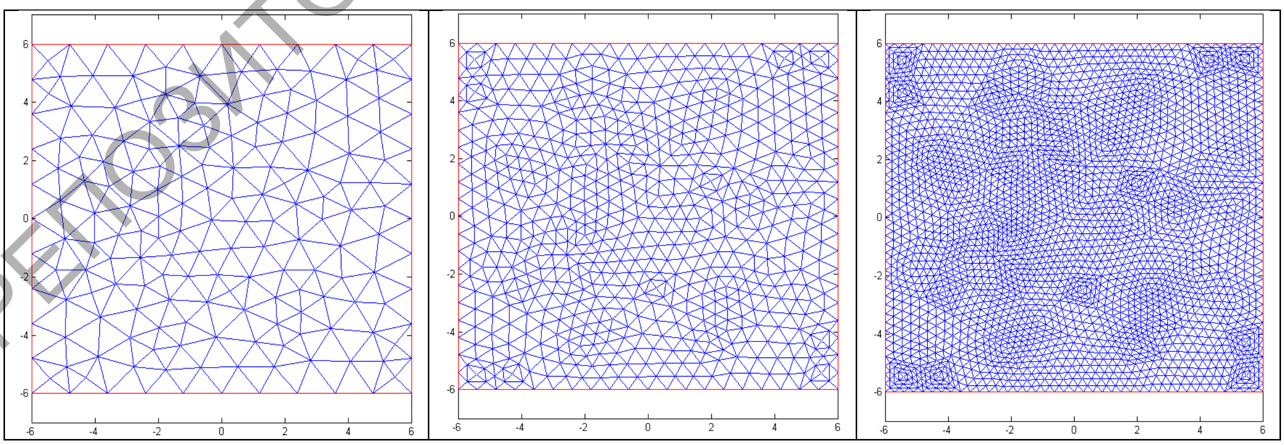
$$-\frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}\right)+\frac{1}{2}\ \ x^2+y^2\ \ \psi(x,y)=E\psi(x,y)\ . \qquad (1)$$

Точное решение для собственных значений энергии имеет вид $E_n = n+1$, где квантовое число $n = n_x + n_y$, $n_x, n_y = 0, 1, 2, ..$. Известно, что для каждого n=0, 1, 2, .. значение E_n является n-кратно вырожденным [2].

Такая задача выбрана как тестовая, чтобы на практике исследовать точность решения, которую может обеспечить приложение pdetool и выбрать оптимальный подход к решению стационарного уравнения Шредингера.

Для численного решения использовалась квадратная область $-L_x \le x \le L_x$, $-L_y \le y \le L_y$ на границах которой волновая функция считается равной нулю (граничные условия Дирихле) $\psi(x,y)\big|_{x=\pm L_x, y=\pm L_y} = 0$.

При выполнении расчетов в pdetool была создана квадратная область в пределах $L_x, L_y = 6$, на границах заданы нулевые граничные условия, в режиме <PDE Specification> выбран тип задачи <Eigenmodes> и заданы коэффициенты уравнения (1).



а) б) в)

Рисунок 1 – варианты последовательного сгущения сетки треугольных конечных элементов (а – сетка 1, б – сетка 2, в – сетка 3)

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

При получении результатов использовались различные способы разбиения области на треугольные конечные элементы с уменьшением их размеров (рисунок 1). Эта возможность заложена в pdetool [3,4].

В таблице 1 приведены значения E_n, причем из n вырожденных значений приводится только одно, первое в массиве результатов.

Таблица 1 – Собственные значения энергии двумерного квантового гармонического осциллятора, вычисленные с применением приложения pdetool

$n = n_x + n_y$	E_n	Сетка 1	Сетка 2	Сетка 3
0	1	1,105	1,026	1,006
1	2	2,215	2,055	2,014
2	3	3,362	3,098	3.025
3	4	4,552	4,154	4,04
4	5	5,794	5,229	5,06
5	6	7,001	6,317	6,084
6	7	8,165	7,423	7,112
7	8	9,459	8,537	8,144
8	9	10,7	9,652	9,177
9	10	12,07	10,84	10,23
10	11	13,48	11,99	11,27

Результаты расчетов, выполненных с помощью приложения pdetool, показывают: 1) первоначальное разбиение области на конечные элементы не позволяет получить приемлемые результаты при решении двумерного стационарного уравнение Шредингера; 2) наиболее точные результаты получены после двукратного сгущения первоначальной сетки (рисунок 1, в); 3) дальнейшее сгущение сетки не приводит в улучшению численных результатов, возможно, в силу накопления погрешностей при обработке большого числа конечных элементов.

Таким образом, с использованием pdetool получено численное решение уравнения Шредингера для потенциала гармонического осциллятора методом конечных элементов при различных способах разбиения области на треугольные конечные элементы.

Результаты проведенных тестовых расчетов показывают, что приложение pdetool позволяет получать достаточно точные результаты при решении двумерного стационарного уравнения Шредингера. Удобство и простота работы с pdetool позволяют использовать это приложение в учебном процессе при изучении студентами свойств квантовых частиц в двумерных потенциалах.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Литература

1. Гольдин, Л.Л. Квантовая физика. Вводный курс / Л. Л. Гольдин, Г.И. Новикова. – М. : ИКИ, 2002. − 496 с.

2. Kalogiratou, Z. Numerical Solution of the two-dimensional time independent Schrödinger equation with Numerov-type methods / Z. Kalogiratou, Th. Monovasilis, T.E. Simos // Journal of Mathematical Chemistry. – 2005. – V. 37. – No. 3. – P. 271–279.

3. Ануфриев, И.Е. Самоучитель MatLab 5.3/6.x. / И.Е. Ануфриев. – СПб. : БХВ-Петербург , 2002. – 736 с.

4. Рындин, Е.А. Решение задач математической физики в системе MatLab / Е.А. Рындин, И.Е. Лысенко. – Таганро : Изд-во ТРТУ, 2005. – 62 с.

А.Д. Мельникова (УО «ГГТУ имени П.О. Сухого», Гомель)
Науч. рук. **В.М. Мурашко**, ст. преподаватель

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЗАНИЯ ОТ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ РЕЗАНИЯ

Процессы обработки материалов резанием являются сложными многофакторными процессами. В этих процессах исследуемая величина часто является случайной величиной, зависящей от большого числа контролируемых и неконтролируемых факторов. Поэтому процессы резания все чаще стали рассматривать с вероятностно-статистических позиций, а при экспериментальных исследованиях применять методы планирования эксперимента, базирующиеся на идеях математической статистики.

Целью данной работы является разработка методики получения математической модели, характеризующей зависимость температуры резания от основных факторов резания средствами Microsoft Excel.

При исследовании процессов резания многие зависимости традиционно представляют уравнениями степенного вида, в частности, эмпирические температурные зависимости:

$$\theta = cv^{\alpha} s^{\beta} t^{\gamma}, \qquad (1)$$

где v – скорость резания м/мин; s – подача мм/об; t – глубина резания мм; c, α, γ, β – постоянные величины.

Уравнение (1) в результате логарифмирования линеаризуется:

$$\ln\theta = \ln c + \alpha \ln v + \beta \ln s + \gamma t \quad . \qquad (2)$$

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ