Сведения об авторах:

Кубашева Ажар Насипкалиевна, магистр, старший преподаватель кафедры “Информатика” Атырауского государственного университета им. Х. Досмухамедова.

Хажбабаев Султанбек Расулович, студент специальности 5В011100-Информатика Атырауского государственного университета им. Х. Досмухамедова.

УДК 53(0758)

Сейтнур А.М.

Международный университет информационных технологий

Алматы, Казахстан

Научный руководитель: Рысбайулы Б.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА В МАТЕРИАЛАХ

***Аннотация.** В настоящей работе рассматривается стационарный процесс переноса тепла с учетом солнечной радиации. Используя одномерную модель уравнений теплопроводности, учитывая закон Больцмана, составляется нелинейное уравнение относительно температуры материала на открытой поверхности. Разработан метод решения нелинейного уравнения, составлена программа на языке C++ и проведены численные расчеты. Результаты численных расчетов оформлены в графическом виде.*

***Ключевые слова:** перенос тепла, закон Больцмана, излучение, программа, итерации.*

Процессы переноса тепла являются одним из основных разделов современной науки и имеют большое практическое значение в станционной и промышленной энергетике, в технологических процессах химической, строительной, легкой и других отраслей промышленности. Например, расчет ограждающих конструкций в условиях воздействия окружающей среды.

Процесс передачи тепла к нагреваемому телу под действием солнечной энергии представляет особый интерес. Тепловой поток, получаемый поверхностью тела от нагретых стен, прямо пропорционален разности четвертых степеней абсолютных температур поверхностей, участвующих в теплообмене (закон Больцмана).

Постановка задачи

В одномерном случае стационарный процесс переноса тепла описывается следующим дифференциальным уравнением [1]:

$$c_p \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial u}{\partial x} \right).$$

Если $u(x, t) = u(x)$, и $k = const$, то

$$k \frac{d^2 u}{dx^2} = 0. \tag{1}$$

Для уравнений (1) ставятся следующие граничные условия:

$$k \frac{du}{dx} \Big|_{x=0} = h(u - u_{\infty})|_{x=0} + \varepsilon \sigma (u^4 - u_{\infty}^4), \quad (2)$$

$$u|_{x=l} = \tilde{u}. \quad (3)$$

После некоторых преобразований из (1) – (3) выводится следующее алгебраическое уравнение:

$$u(0) + \frac{hl}{k}u(0) + \frac{\varepsilon \sigma l}{k}u^4(0) = A, \quad (4)$$

где

$$A = \tilde{u} + \frac{\varepsilon \sigma l}{k}u_{\infty}^4 + \frac{hl}{k}u_{\infty}.$$

Чтобы найти корни уравнения (4) введем функцию

$$f(y) = \left(1 + \frac{hl}{k}\right)y + \frac{\varepsilon \sigma l}{k}y^4 - A. \quad (5)$$

Метод Ньютона

Корень уравнения (5) определяется итерационным методом (методом Ньютона). Особое место в применении метода Ньютона занимает нахождение начального приближения итерационного метода [2]. Для этого решается уравнение $f'(y) = 0$ и находим корень этого уравнения

$$y_* = -\left(\frac{k+hl}{k4\varepsilon \sigma l}\right)^{\frac{1}{3}} = -\sqrt[3]{\frac{k+hl}{k4\varepsilon \sigma l}}. \quad (6)$$

Дальнейшие рассуждения показывают, что

$$f_{min} = f(y_*) = -\frac{3}{4}\left(1 + \frac{hl}{k}\right)\sqrt[3]{\frac{k+hl}{k}} - A. \quad (7)$$

Метод нахождения корня y_k .

Чтобы найти корень уравнения $f(y) = 0$, отделяем корень y_k . Вычислим:

$$f(-y_*) = -\left(1 + \frac{hl}{k}\right)y_* + \frac{\varepsilon \sigma l}{k}y_*^4 - A = -2\left(1 + \frac{hl}{k}\right)y_* + \left(1 + \frac{hl}{k}\right)y_* + \frac{\varepsilon \sigma l}{k}y_*^4 - A = -2\left(1 + \frac{hl}{k}\right)y_* > 0.$$

Последнее неравенство указывает на то, что корень y_k лежит на отрезке $(0, -y_*)$.

Вторая производная от функции $f(y)$:

$$f''(y) = \frac{12\varepsilon \sigma l}{k}y^2 > 0.$$

Т.е. график функции $f(y)$ вогнутая. В качестве начального приближения функции берем $y_0 = -y_*$. Потому что в этой точке $f(-y_*) * f''(y_*) > 0$.

Метод Ньютона для уравнений $f(y) = 0$ записывается в виде:

$$y_{n+1} = y_n - \frac{f(y_n)}{f'(y_n)}, n = 0, 1, \dots$$

На основе математической модели стационарного процесса переноса тепла в однородном материале составлено нелинейное алгебраическое уравнение относительно температуры материала на открытой поверхности. Проведено исследование алгебраического уравнения, в результате которого отделена корень уравнения. Составлена программа на языке C++, проведены численные расчеты. Расчеты показывают, что метод Ньютона дает хорошую сходимость (рис. 1).

Рисунок 1 - Анализ результатов численного расчета.
Зависимость количества итераций от точности является монотонной

ЛИТЕРАТУРА

1. Thermophysics, Brno, University of Technology, Faculty of Chemistry. Czech Republic, 2010, 356 p.
2. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. - М.: Наука, 1999. 432 с.

Сейтнұр А.М.

Ғылыми жетекші: Рысбайұлы Б.

Материалдардағы жылуды тасымалдаудың сызықсыз стационарлық процестерін модельдеу

Аңдатпа. Осы жұмыста күн радиациясын ескере отырып, жылуды тасымалдаудың стационарлық процесі қарастырылады. Жылуөткізгіштік теңдеулерінің бір өлшемді моделін пайдалана отырып, Больцман заңын ескере отырып, ашық беттің материал температурасына қатысты сызықсыз теңдеу жасалды. Сызықты емес теңдеуді шешу әдісі әзірленді, c++ тілінде бағдарлама жасалды және сандық есептеулер жүргізілді. Сандық есептеулердің нәтижелері графикалық түрде ресімделген.

Кілт сөздер: жылу тасымалдау, Больцман заңы, сәуле шығару, бағдарлама, итерация.

A.M. Seitnur

Scientific supervisor: Rysbaiuly B.

Modeling of nonlinear stationary heat transfer processes in materials

Abstract. In this paper, we consider the stationary process of heat transfer taking into account solar radiation. Using a one-dimensional model of the thermal conductivity equations, taking into account Boltzmann's law, a nonlinear equation is made with respect to the temperature of the material on an open surface. A method for solving a nonlinear equation has been developed, a

program in C++ has been compiled, and numerical calculations have been performed. The results of numerical calculations are presented in graphical form.

Key words: heat transfer, Boltzmann's law, radiation, program, iterations.

Сведения об авторах:

Сейтнұр Айгерім Мұхтарқызы, магистрант второго курса специальности «Математическое и компьютерное моделирование» Международного университета информационных технологий.

Рысбайұлы Болатбек, доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Математическое и компьютерное моделирование» Международного университета информационных технологий.

УДК 530.1, 681.3.06

Цой Д.Д.

Международный университет информационных технологий
Алматы, Казахстан

Научный руководитель: Дайнеко Е.А.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ МОЛОДЫХ МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Аннотация: Статья посвящена описанию проекта на стыке двух сфер: ИТ и медицины. Приложение освещает функциональную сторону приложения, а также его пользовательский интерфейс. Приводится и инструментальная база программы.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, медицина, тренажер, Unity 3D.

Дополненная и виртуальная реальность - технологии, имеющие обширную область применения. Эти разработки используются в промышленности, образовании, медицине, искусстве, индустрии развлечений. Чаще всего виртуальные объекты используются для демонстрации невидимых или сложных комплексных процессов, либо являются реализацией несуществующих в реальности. Еще одно преимущество виртуальной реальности в том, что опыт, полученный в ней, является реальным, а риски отсутствуют. По этой причине многие промышленные компании используют подобные тренажеры, чтобы свести риски для вреда здоровью неопытных специалистов и повреждения дорогостоящего оборудования к нулю. При этом компания получит квалифицированный и обученный персонал, способный компетентно реагировать в любой ситуации.

Целью проекта является создание такого программного обеспечения, которое поможет изучить строение, работу и патологии сердца в режиме виртуальной реальности. Приложение может быть использовано студентами медицинских колледжей и университетов, а также в рамках повышения квалификации медицинских работников, и для любых заинтересованных пользователей. Разработанное приложение состоит из сцены с сердцем, представленной на рисунке 1.