



@buxdu_uz



@buxdu1

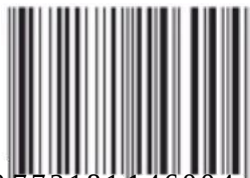


@buxdu1



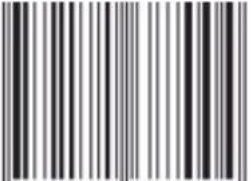
www.buxdu.uz

E-ISSN 2181-1466



9 772181 146004

ISSN 2181-6875



9 772181 687004

2/2025

Научный вестник Бухарского государственного университета
Scientific reports of Bukhara State University



BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI



2/2025

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI
SCIENTIFIC REPORTS OF BUKHARA STATE UNIVERSITY
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК БУХАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ilmiy-nazariy jurnal

2025, № 2, fevral

Jurnal 2003-yildan boshlab **filologiya** fanlari bo'yicha, 2015-yildan boshlab **fizika-matematika** fanlari bo'yicha, 2018-yildan boshlab **siyosiy** fanlar bo'yicha, **tarix** fanlari bo'yicha 2023-yil 29-avgustdan boshlab O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zaruriy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal 2000-yilda tashkil etilgan.

Jurnal 1 yilda 12 marta chiqadi.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyat matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2020-yil 24-avgust № 1103-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan.

Muassis: Buxoro davlat universiteti

Tahririyat manzili: 200117, O'zbekiston Respublikasi, Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy.

Elektron manzil: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

TAHRIR HAY'ATI:

Bosh muharrir: Xamidov Obidjon Xafizovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bosh muharrir o'rinbosari: Rasulov To'liqin Husenovich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor

Mas'ul kotib: Shirinova Mexrigiyo Shokirovna, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Kuzmichev Nikolay Dmitriyevich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor (N.P. Ogaryov nomidagi Mordova milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya)

Danova M., filologiya fanlari doktori, professor (Bolgariya)

Margianti S.E., iqtisodiyot fanlari doktori, professor (Indoneziya)

Minin V.V., kimyo fanlari doktori (Rossiya)

Tashqarayev R.A., texnika fanlari doktori (Qozog'iston)

Mo'minov M.E., fizika-matematika fanlari nomzodi (Malayziya)

Mengliyev Baxtiyor Rajabovich, filologiya fanlari doktori, professor

Adizov Baxtiyor Rahmonovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Abuzalova Mexriniso Kadirovna, filologiya fanlari doktori, professor

Amonov Muxtor Raxmatovich, texnika fanlari doktori, professor

Barotov Sharif Ramazonovich, psixologiya fanlari doktori, professor, xalqaro psixologiya fanlari akademiyasining haqiqiy a'zosi (akademigi)

Baqoyeva Muhabbat Qayumovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bo'riyev Sulaymon Bo'riyevich, biologiya fanlari doktori, professor

Jumayev Rustam G'aniyevich, siyosiy fanlar nomzodi, dotsent

Djurayev Davron Raxmonovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Durdiyev Durdimurod Qalandarovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Olimov Shirinboy Sharofovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Qahhorov Siddiq Qahhorovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Umarov Baqo Bafoyevich, kimyo fanlari doktori, professor

Murodov G'ayrat Nekovich, filologiya fanlari doktori, professor

O'rayeva Darmonoy Saidjonovna, filologiya fanlari doktori, professor

Navro'z-zoda Baxtiyor Nigmatovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Hayitov Shodmon Ahmadovich, tarix fanlari doktori, professor

To'rayev Halim Hojiyevich, tarix fanlari doktori, professor

Rasulov Baxtiyor Mamajonovich, tarix fanlari doktori, professor

Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Quvvatova Dilrabo Habibovna, filologiya fanlari doktori, professor

Axmedova Shoira Nematovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bekova Nazora Jo'rayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor

Amonova Zilola Qodirovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Hamroyeva Shahlo Mirjonovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Nigmatova Lola Xamidovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Boboyev Feruz Sayfullayevich, tarix fanlari doktori

Jo'rayev Narzulla Qosimovich, siyosiy fanlar doktori, professor

Xolliyev Askar Ergashovich, biologiya fanlari doktori, professor

Artikova Hafiza To'ymurodovna, biologiya fanlari doktori, professor

Hayitov Shavkat Ahmadovich, filologiya fanlari doktori, professor

Qurbonova Gulnoz Negmatovna, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor

Ixtiyarova Gulnora Akmalovna, kimyo fanlari doktori, professor

Rasulov Zubaydullo Izomovich, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich, texnika fanlari doktori, professor

Samiyev Kamoliddin A'zamovich, texnika fanlari doktori, dotsent

Esanov Husniddin Qurbonovich, biologiya fanlari doktori, dotsent

Zaripov Gulmurot Toxirovich, texnika fanlari nomzodi, professor

Jumayev Jura, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

Klichev Qybek Abdurasulovich, tarix fanlari doktori, dotsent

G'aybulayeva Nafisa Izattullayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

MUNDARIJA *** СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS		
МАТЕМАТИКА *** MATHEMATICS *** МАТЕМАТИКА		
Jalolov O.I., Elmurodova S.S.	Integrallarni taqribiy hisoblashda nyuton – kotes kvadratur formulalari	3
Akhmedov O.S.	Qovushqoq-elastik to'ldiruvchili elliptik silindrik qobiqqa garmonik to'lqin tarqalishini matye funksiyalardagi yechimi	8
Rahmonov E.S.	Differensial tenglamalarning iqtisodiyotga tatbiqi	14
Jalolov O.I., Aminova Sh.Y.	Matritsaning xos sonini topish algoritmi	18
Кадиркулов Б.Ж., Узакбаева Д.Е.	Нелокальные задачи для вырождающегося уравнения смешанного типа четвёртого порядка	22
FIZIKA *** PHYSICS *** ФИЗИКА		
Жумаев Ж., Аминов А.А.	Решение нелинейного уравнения теплопроводности явно-неявной схемой	30
Azimov R.B.	Arduino va internet texnologiyasidan foydalanib 50 wp quvvatli quyosh paneli monitoring uskunasi loyihalash	35
Maxmanov U.K., Bekmurodov Z.B., Cho'liyev T.A.	C ₆₀ fulleren eritmasida molekulalararo o'zaro ta'sirlarni tadqiq qilish	41
Nishonov I.E., Shaymanova F.Y., Xoldorov O.N., Javkanov M.A.	Testing spacetime around black holes in dark matter halo by quasiperiodic oscillations	48
Rahmatov B.M., Umrzoqov F.B., Ne'matullayeva M.X., Orziqulov A.B., Obidjonov A.B., Usmanjanova M.A.	Energy conditions and anisotropic pressure in modified schwarzschild black holes	53
Jumayev J., Qobilova D.O.	Ichki manbali bir o'lchovli sohada issiqlik tarqalishini sonli modellastirish	59
Jalolova M.X., Hakimova Sh.J., Ro'ziyev T.R.	Infraqizil nurlanish (iq nurlar) va ularning tibbiyotda qo'llanilishi	64
Shermatov A.B., Sobirova R.S., Saminjonov S.N., Muradova M.S., Abduvahobov I.B.	Scalar invariants for dust field and phantom field models	68
Boymamatova D.U., Ergasheva A.A.,	Endoedral metalli uglerod nanonaychalarining oqova	

Kuchkarova D.X., Xalilov U.B.	suvlarni tozalash jarayonini modellashtirish	73
Эргашева Н.М	Магнит майдонидаги қовушқоқ-эластик юпка қобиқ элементларнинг хос тебранишлари	79
KIMYO *** CHEMISTRY *** ХИМИЯ		
Nazarov E.S., Mahmudova D.M.	Polipropilenning strukturaviy modifikatsiyasi va hosil bo'lgan materiallarning xususiyatlari	86
Eshqulov B.R., Uroqova M.Sh., Jo'rayev R.S.	CO ₂ ishtirokida gidroksibenzoy kislotalarning elektrokimyoviy sintezi	90
Mirzayev J.D., Ravshanova L.D., Niyozova Sh.A.	Determination of vitamin composition in ocimum basilicum var. basilicum and ocimum basilicum var. purpurascens using hplc	96
BIOLOGIYA *** BIOLOGY *** БИОЛОГИЯ		
Axmedov M.I., Sharipov O.B., Xalilova N.I.	Buxoro vohasi sug'oriladigan tuproqlarida krasnodar seleksiyasiga mansub boshqoli don ekinlarining hosildorligi va o'ziga xos xususiyatlari	103
Qurbonov B.A., Shaxriddinov F.F.	Mosh o'simliklari urug'laridan tayyorlangan un yordamida non mahsulotlarini boyitish	108
Evatov G'.X., Qobilova Y.O.	Tokning vertisilliyoz kasalligi va uning salbiy oqibatlari	114
Ҳасанов И.Х.	Ширинмия ўсимлигини кўпайтирайлик	118
INFORMATIKA *** INFORMATICS *** ИНФОРМАТИКА		
Murtazayev M.S.	Diskret vaqtli nokritik tarmoqlanuvchi galton-vatson tizimlaridagi davom etish ehtimolligining asimptotik xossalari	121
Niyazmetova K.E.	Inson va sun'iy intellekt tomonidan yozilgan kodlarning farqlari	126
Abdisaidov R.M.	Arduinoga asoslangan real vaqtda havo sifati va ifloslanishining monitoring qilish tizimi	133
Eshankulov H.I., Soliyeva D.A.	Tabiiy tilni qayta ishlovchi modellar va ularning tatbig'i	140
TEXNIKA *** TECHNIQUE *** ТЕХНИКА		
Korjovov Q.O.	Tuproq tarkibidagi minerallarni aniqlash jarayonini avtomatlashtirish tizimini ishlab chiqish	147
Usmonov F.S.	“Oqsuv” gidrouzelida yillik suv taqsimotini o'lchash va rostdashni avtomatlashtirish	151
Raximov Y.E., Uzoqov Y.A., Ibodova H.A.	Mahalliy xom-ashyo asosida oziq ovqat mahsulotlari uchun bo'yoq olish texnologiyasini ishlab chiqish	156

РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЯВНО-НЕЯВНОЙ СХЕМОЙ

Жумаев Жура,

Бухарский государственный университет, доцент

j.jumaev@buxdu.uz

Аминов Абубакр Акбарали угли,

Бухарский государственный университет, магистрант

Аннотация. Рассмотрено численное решение уравнения одномерной теплопроводности в нелинейной постановке, когда коэффициент теплопроводности зависит от температуры материала. Используя явно-неявную схему и аппроксимируя частные производные уравнения теплопроводности в масштабных величинах соответствующими конечными разностями получено система линейных алгебраических уравнений, для решения которой, использован метод прогонки. Для программной реализации разработанного алгоритма использована средства языка Python.

Ключевые слова: одномерная теплопроводность, нелинейная постановка, коэффициент теплопроводности, уравнение теплопроводности, явно-неявная схема, метод прогонки, язык Python.

CHIZIQSIZ ISSIQLIK TARQALISH TENGLAMASINI OSHKOR-OSHKORMAS SXEMASINI QO'LLAB YECHISH

Annotatsiya. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti materialning haroratiga bog'liq bo'lganda chiziqli bo'lmagan holda bir o'lchovli issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasining sonli yechimi, ko'rib chiqilgan. Oshkor-oshkormas sxemadan foydalanib issiqlik tarqalish tenglamasi hadlari masshtabli ko'rinishda chekli ayirmalardan foydalangan holda chiziqli algebraik tenglamalarga olib kelingan, va progonka(haydash) usulidan foydalanib yechilgan. Ishlab chiqilgan algoritmni dasturiy ta'minlash uchun Python tili vositalaridan foydalanilgan.

Kalit so'zlar: bir o'lchovli holda issiqlik o'tkazuvchanligi, masalani chiziqsiz qo'yilishi, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, issiqlik tarqalish tenglamasi, oshkor-oshkormas sxema, haydash usuli, Python tili.

SOLUTION OF A NONLINEAR HEAT CONDUCTIVITY EQUATION BY AN EXPLICIT-IMPLICIT SCHEME

Abstract. The numerical solution of the one-dimensional heat conductivity equation in a nonlinear formulation is considered, when the thermal conductivity coefficient depends on the temperature of the material. Using an explicit-implicit scheme and approximating partial derivatives of the heat conductivity equation in scale quantities by the corresponding finite differences, a system of linear algebraic equations is obtained, for the solution of which the sweep method is used. For the software implementation of the developed algorithm, Python language tools are used.

Keywords: one-dimensional heat conductivity, nonlinear formulation, thermal conductivity coefficient, heat conductivity equation, explicit-implicit scheme, sweep method, Python language.

Введение. Задачи о распределении температуры в различных областях, который имеет разные теплофизические характеристики, возникает при решении многих проблем, связанных с прочностью различных конструкций, радиотехнике, в которых используются такие элементы и т.д. Разогревание пластины может происходить за счет потоков через границы, источников с внутренним подогревом и т.д.[1-3] Поэтому изучение и решение таких задач привлекает внимание специалистов в среде Python [4].

Во многих работах авторы уделяют внимание на такие процессы, где коэффициент теплопроводности принимается постоянным [5,6] и это может быть удовлетворительным, где температурные изменения небольшие.

В действительности коэффициент теплопроводности достаточно часто зависит от температуры. Например, для расчета коэффициента теплопроводности диоксида урана UO_2 используется следующая зависимость:

$$\lambda(T) = \frac{5500}{560+T} + 0.942 \cdot 10^{-10} T^3. \quad (1)$$

Эта формула эмпирическая, коэффициенты размерные Т-К, λ -Вт/(м·К).

Необходимо отметить, что в металлах с повышением температуры уменьшается теплопроводность.

Таким образом есть и такие процессы, где скачок температуры большие [7], в таких случаях приходится учесть это и в коэффициенте теплопроводности.

Методика. Рассмотрим процесс теплопередачи через изолированный стержень (рис.1). На одной границе стержня поддерживается постоянная температура T_h , на другой границе – температура T_n . Начальная температура по стержню равна T_0 . Считается, что источники тепловыделения внутри пластины отсутствуют.

При заданных условиях температура будет изменяться только в направлениях, перпендикулярных границе стержня, если на границах значения температур различные.

Предположим, что теплофизические характеристики, в частности коэффициент теплопроводности зависит от температуры.

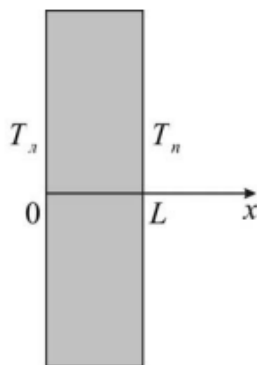


Рис.1. Геометрия задачи

В принятых предположениях нелинейное одномерное уравнение теплопроводности будет иметь вид:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right), 0 < x < L. \quad (2)$$

Следуя постановки задачи для уравнения (2) ставим начальные и граничные условия:

$$\begin{aligned} t = 0: T &= T_0, 0 \leq x \leq L; \\ x = 0: T &= T_h, t > 0; \end{aligned} \quad (3)$$

$$x = L: T = T_n, t > 0.$$

Для того чтобы дать полное математическое описание рассматриваемой задачи, необходимо еще задать физические условия однозначности. Если стержень изготовлен из диоксида урана, то $\rho = 10950 \text{ кг/м}^3$, $c = 236 \text{ Дж/(кг·К)}$. Длина стержня $L = 0.5 \text{ м}$. На границах поддерживаются постоянные температуры $T_h = 373\text{K}$ при $x = 0$ и $T_c = 363\text{K}$ при $x = L$. Начальная температура области решения $T_0 = 323\text{K}$.

Эту задачу будем решать на равномерной сетке.

Следуя методике численного решения стержень разбиваем по длине на $N-1$ равных промежутков.

Далее заменим дифференциальные операторы в (2) на их конечно-разностные аналогии. Так как Здесь проблемной ситуацией является переменность коэффициента теплопроводности, зависящего от температуры то основной акцент сделаем на аппроксимации диффузионного члена. Рассмотрим явно-неявную схему[8-9], где значения коэффициента теплопроводности берутся из предыдущего слоя, исходя из этого итерация не проводится.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) = \frac{1}{h} \left(\lambda_{i+1/2}^n \cdot \frac{T_{i+1}^{n+1} - T_i^{n+1}}{h} \right) - \lambda_{i-1/2}^n \cdot \frac{T_i^{n+1} - T_{i-1}^{n+1}}{h}, \quad (4)$$

$$\text{где } \lambda_{i+1/2}^n = \frac{\lambda_i^n + \lambda_{i+1}^n}{2}, \lambda_{i-1/2}^n = \frac{\lambda_{i-1}^n + \lambda_i^n}{2}$$

Таким образом, в результате аппроксимации частных производных соответствующими конечными разностями получаем следующую систему линейных алгебраических уравнений:

$$\rho \cdot c \cdot \frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\tau} = \frac{1}{h} \left(\lambda_{i+1/2}^n \cdot \frac{T_{i+1}^{n+1} - T_i^{n+1}}{h} - \lambda_{i-1/2}^n \cdot \frac{T_i^{n+1} - T_{i-1}^{n+1}}{h} \right) \quad i = 2, \dots, N-1, \quad n \geq 0, \quad (5)$$

где $\lambda_{i+1/2}^n = \frac{\lambda_i^n + \lambda_{i+1}^n}{2}$, $\lambda_{i-1/2}^n = \frac{\lambda_{i-1}^n + \lambda_i^n}{2}$, при этом λ_i^n вычисляются по формуле (1), например $\lambda_i^n = \frac{5500}{560 + T_i^n} + 0.942 \cdot 10^{-10} (T_i^n)$

Добавляя к системе (4) конечно-разностные аналоги краевых условий:

$$T_i^0 = T_0, \quad i = \overline{2, N-1};$$

$$T_i^n = T_h, \quad n > 0;$$

$$T_N^n = T_c, \quad n > 0$$

получим замкнутую разностную задачу.

Полученную систему можно свести к наиболее общему виду:

$$A_i \cdot T_{i+1}^{n+1} - B_i \cdot T_i^{n+1} + C_i \cdot T_{i-1}^{n+1} = F_i, \quad (6)$$

Где

$$A_i = C_i = \frac{\lambda_{i+1/2}^n}{h^2}, \quad B_i = \frac{\lambda_{i+1/2}^n + \lambda_{i-1/2}^n}{h^2} + \frac{\rho c}{\tau}, \quad F_i = -\frac{\rho c}{\tau} T_i^n$$

$$\lambda_{i+1/2}^n = \frac{\lambda_i^n + \lambda_{i+1}^n}{2}, \quad \lambda_{i-1/2}^n = \frac{\lambda_{i-1}^n + \lambda_i^n}{2}, \quad \lambda_i^n = \frac{5500}{560 + T_i^n} + 0.942 \cdot 10^{-10} (T_i^n)$$

Далее система алгебраических уравнений (6) решается по методу прогонки[8].

Результаты. Визуализация разработанного алгоритма реализована на алгоритмическом языке Python. Программа имеет следующий вид:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import math
def lamda(x):
    return 5500/(560+x)+0.942*(1e-10)*x*math.sqrt(x)
n=101; T=[0]*n; T1=[0]*n; T2=[0]*n; T3=[0]*n;xx=[0]*n
alfa=[0]*n; beta=[0]*n
L=0.5; ro=10950; c=236 # dioksid uran
T0=323; Th=500; Tc=750 # boshl chap o'ng temperatura
t_end=1500; tau=t_end/1500
h=L/(n-1)
for i in range (0,n):
    T[i]=T0
time=0; ntime=0; T[0]=Th
while time<=t_end:
    time=time+tau; ntime=ntime+1
    alfa[0]=0; beta[0]=Th
    for i in range(1,n-1):
        ai=0.5*(lamda(T[i])+lamda(T[i+1]))/(h*h)
        ci=0.5*(lamda(T[i-1])+lamda(T[i]))/(h*h)
        bi=ai+ci+ro*c/tau
        fi=-ro*c*T[i]/tau
        alfa[i]=ai/(bi-ci*alfa[i-1])
        beta[i]=(ci*beta[i-1]-fi)/(bi-ci*alfa[i-1])
    T[n-1]=Tc
    for i in range(n-2,0,-1):
        T[i]=alfa[i]*T[i+1]+beta[i]
    if ntime==60:
        for j in range(0,n):
            T1[j]=T[j]
    if ntime==300:
        for j in range(0,n):
```

```

T2[j]=T[j]
if ntime==600:
    for j in range(0,n):
        T3[j]=T[j]
for i in range(0,n):
    T[i]=T[i]-273; T1[i]=T1[i]-273; T2[i]=T2[i]-273; T3[i]=T3[i]-273
for i in range(0,n):
    xx[i]=i/200
plt.plot(xx, T1,'-.',xx,T2,'-.',xx,T3,'--',xx,T,':')
plt.title('изменение температуры по стержню', fontsize=15)
plt.grid(True)
plt.xlabel('x',fontsize=12)
plt.ylabel('Температура',fontsize=12)
plt.legend(('t=60c','t=300c','600c','1500c'))
plt.show()

```

Некоторые результаты работы программы приведены на рисунках 2-3.

На рис.2 приведены распределение температуры на стержне по времени и с учетом переменности коэффициента теплопроводности, а на рис.3 с учетом постоянства коэффициента теплопроводности. Видно, что учет переменности коэффициента теплопроводности хотя немного, но влияет на распределение температуры по стержню[13-15].

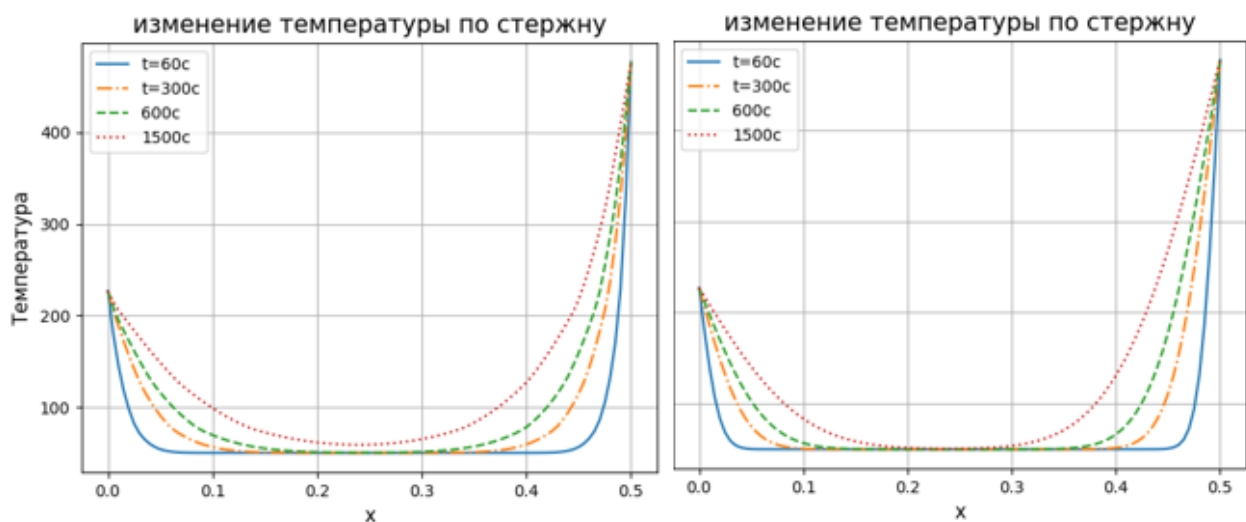


Рис.2

Рис.3.

Выводы. При исследовании теплопроводности на стержне использовался явно-неявный метод аппроксимации уравнения теплопроводности, который позволяет исключить процесс итерации. Из полученных результатов можно делать вывод о том, что при больших изменениях температур его надо учитывать при моделировании таких процессов. Использование языка Python облегчает визуализацию результатов исследования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Назаров С. А., Свирс Г. Х., Слуцкий А. С. Задача теплопроводности для тонкой пластины с контрастными стержневыми включениями//Вестник СПбГУ. Сер. 1, 2009, вып. 4, с.44-54.
2. Дьяконов В.Г., Лонцаков О.А. Основы теплопередачи. Учебное пособие//КНИТУ, Казань, 2011. -230 с.
3. Чернышов А.Д., Горяйнов В.В., Марченко А.Н. Исследование температурных полей в прямоугольной пластине с внутренним источником, зависящим от температуры, при помощи быстрых разложений// Теплофизика и аэромеханика, 2016, том 23, № 2. с. 247-256.
4. Садыков Т.Н., Галкин В.А., Моргун Д.А. Использование Python для численного решения начально-краевых задач уравнения теплопроводности и визуализации результатов//Успехи кибернетики, 2023, 4(3). С. 31-38.

5. Жумаев Ж., Тошева М.М. Моделирование стационарной теплопроводности при свободной конвекции в ограниченном объеме// *Universum. Технические науки. Выпуск 4(97). Апрель, 2022. Часть 3.* С. 34-38. <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/497>
6. Жумаев Ж., Фатиллоева М.Н., Шамсиддинова М.У. Решение задачи теплопроводности на пластинке методом локально-однородной схемы// *Universum: технические науки : научн. журн.* 2024. 4(121). С.57-60.
7. Логинов В.С. Теплообмен в пластине при действии внутренних источников тепла при малых числах Фурье ($Fo < 0,001$) // *Изв. Томского политехн. ун-та.* 2003. Т. 306, № 2 С. 40–41.
8. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие. / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 172 с.
9. Jumayev J., Shirinov Z., Kuldashv H. Computer simulation of the convection process near a vertically located source//*International conference on information Science and Communications Technologies (ICISCT) 4-6 november. 2019. Tashkent. Conference Proceedings.* pp.635-638. DOI: 10.1109/ICISCT47635.2019.9012046
10. Jumayev j., Fatilloeva M.N. Manbasiz turli materialli bir o'lchovli sohalarda issiqlik tarqalishini sonli o'rganish// *BuxDU ilmiy axboroti*, 2023, № 9, 35-43 betlar.
11. Jumayev J., Baqoyeva S.T. Issiqlik tarqalish masalasini o'rganishda kompyuter va dasturiy ta'minot uyg'unligi// *Ilm sarchashmalari*, 2023, № 3, 123-127 betlar.
12. Abdirashidov A. va b. Parabolik tipdagi tenglamali chegaraviy masalalarni sonli yechish. *Uslubiy ko'rsatmalar.* – Samarqand: SamDU nashri, 2018. – 72 bet.
13. Хайбрахманов, С. А. Основы научных расчётов на языке программирования Python: учеб. пособие / Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2019. — 96 с.
14. Васильев А.Н. Python на примерах. Практический курс по программированию//СПб.: Наука и техника, 2016.- 432 с.
15. Прохоренок, Н. А. БХВ. Python 3. Самое необходимое / СПб.: БХВ-Петербург, 2019. - 608 с.