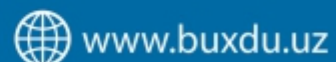
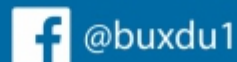
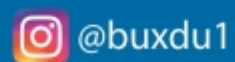
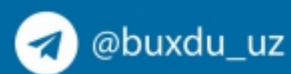
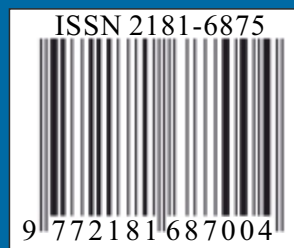




# BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI

Научный вестник Бухарского государственного университета  
Scientific reports of Bukhara State University

9/2023



9/2023

<https://buxdu.uz>

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

**Ilmiy-nazariy jurnal**  
**2023, № 9, oktabr**

Jurnal 2003-yildan boshlab **filologiya** fanlari bo'yicha, 2015-yildan boshlab **fizika-matematika** fanlari bo'yicha, 2018-yildan boshlab **siyosiy** fanlar bo'yicha O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zaruruy 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)

**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

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

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

**Zaripov Gulmurot Toxirovich**, texnika fanlari nomzodi, dotsent

MUNDARIJA \*\*\* СОДЕРЖАНИЕ \*\*\* CONTENTS

ANIQ VA TABIIY FANLAR \*\*\* EXACT AND NATURAL SCIENCES \*\*\* ТОЧНЫЕ И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

<b>Fouzia A., Rasulov T.H.</b>	Modified proximal point algorithm for minimization and fixed-point problem in geodesic space with positive curvature	4
<b>Norkobilov A.T., Bakhtiyorov A.N., Elmanov J.B.</b>	Modeling of membrane processes for the separation of azeotropic mixtures	9
<b>Doliyev Sh.Q.</b>	Juft regressiya va korrelyasiya tahlillari orqali noaniq sharoitlar uchun ekonometrik model tuzish	14
<b>Dusanova G.M., Tadjiyeva M.K., Egamberdiyeva M.X., Qobilov F.Sh., Bozorov Sh.I.</b>	Maktabgacha ta'lim muassasalarida 3-7 yoshli bolalar uchun ratsional ovqatlanish tamoyillarini ishlab chiqish	20
<b>Farxodov S.U.</b>	Texnologik jarayonlarni optimallashtirishda texnik vositalarni tadqiq qilish	28
<b>Jumayev J., Fatilloeva M.N.</b>	Manbasiz turli materialli bir o'lchovli sohalarida issiqlik tarqalishini sonli o'rganish	35
<b>Rahmonov E.S.</b>	Bir jinsli sohalarida Karleman formulasi	43
<b>Raxmatov I.I., Jo'rayev H.O., Mirzayev M.S., Halimov N.N.</b>	O'zbekiston sharoitida quyosh fotoelektrik stansiyalarini ishlatishning ilmiy-texnik imkoniyatlari	48
<b>Shaxriddinov F.F., Akbarov M.M., Egamberdiyeva M.X., Ergashov A.M.</b>	7-12 yoshdagi bolalarni ratsional ovqatlanishining yangi tamoyillarini ishlab chiqish	58
<b>Shaxriddinov F.F., Berdimuradov X.T., Ibragimov A.K., Irgasheva M.E., Shodiyeva E.B.</b>	Sportchilar uchun funksional ovqatlanish mahsulotlarini tahlil qilish	66
<b>Barakayev N.R., Uzoqov Y.A., Ergashev A.M., Sayfullayev N.I.</b>	O'zbekiston sharoitida zamonaviy un ishlab chiqarish texnologik liniyasini narariy jihatdan asoslash	74
<b>Шарипов М.З., Хайитов Д.Э., Эргашева Н. М. Олимпур Ф.И., Файзиева З.Х., Зокирова З.М.,</b>	Доменная структура бората железа	79
<b>Bozorov I.N., Rasulov T.H., Tosheva N.A.</b>	Panjaradagi chekli o'lchamli qo'zg'alishga ega bir zarrachali Hamiltonian uchun Birman-Shvinger prinsipi	84
<b>Tosheva N.A.</b>	Uchinchi tartibli operatorli matrilsalar oilasi uchun Birman-Shvinger prinsipi va uning tadbiqlari	91
<b>Akramova D.I, Qurbonova D.N.</b>	On classification of singularities related to oscillatory integrals	99



**MANBASIZ TURLI MATERIALLI BIR O'LCHOVLI SOHALARDA ISSIQLIK  
TARQALISHINI SONLI O'RGANISH**

*Jumayev Jo'ra,*  
*Buxoro davlat universiteti dotsenti*  
*j.jumayev @buxdu.uz*  
**Fatilloeva Mavluda Nurulloyevna,**  
*Buxoro davlat universiteti magistranti*

**Annotatsiya.** Maqolada ichki manbaga ega bo'lmagan bir o'lchovli turli materialli sohalarda issiqlik tarqalish masalasi sonli o'rganilgan. Buning uchun bir o'lchovli holdagi issiqlik tarqalish tenglamasi boshlang'ich va chegaraviy shartlarni hisobga olgan holda oshkormas holda chekli ayirmalarda yozilib, haydash usulidan foydalanilgan. Tuzilgan algoritmi DELPHI muhitida dasturlashtirilib, grafiklarni chizish uchun MathCAD tizimidan foydalanilgan. Turli xossalarga ega bo'lgan materiallarda turli temperatura va vaqt mobaynida issiqlik tarqalish masalasi o'rganilib, tegishli xulosalar chiqarilgan.

**Kalit so'zlar:** Modellashtirish, issiqlik oqimi, issiqlik tarqalish tenglamasi, issiqlik o'tkazish koeffitsienti, zichlik, solishtirma issiqlik sig'imi, chekli ayirmalar, haydash usuli, nostasionar masala, kompyuter modeli, matematik model, xususiy hosilali differensial tenglama.

**ЧИСЛЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ НА ОДНОМЕРНЫХ ОБЛАСТИ С  
РАЗЛИЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ БЕЗ ИСТОЧНИКА**

**Аннотация.** В статье численно изучена задача теплопроводности без внутренних источников для разных материалов. Для этого одномерное уравнение теплопроводности записано неявно в конечных разностях, и применён метод прогонки. Составленный алгоритм реализован в среде DELPHI, для рисования графиков использована система MathCAD. Изучен процесс теплопроводности для разных материалов с разными свойствами, и сделаны соответствующие выводы.

**Ключевые слова:** моделирование, тепловой поток, уравнение теплопроводности, коэффициент теплопроводности, плотность, теплоемкость, конечные разности, метод прогонки, нестационарная задача, компьютерный модель, математический модель, уравнение в частных производных.

**NUMERICAL STUDY OF HEAT DISSIPATION IN ONE-DIMENSIONAL AREAS WITH  
DIFFERENT MATERIALS WITHOUT A SOURCE**

**Abstract.** The article numerically studies the problem of heat conduction without internal sources for different materials. To do this, the one-dimensional heat equation is written implicitly infinite differences and the sweep method is used. The compiled algorithm was implemented in the DELPHI environment the MathCAD system was used to draw graphs. The process of heat transfer for different materials with different properties has been studied and appropriate conclusions have been drawn.

**Keywords:** modeling, heat flow, heat equation, thermal conductivity coefficient, density, heat capacity, infinite differences, sweep method, unsteady problem, computer model, mathematical model, partial differential equation.

**Kirish.** Modellashtirish bilan obyektlari (fizik hodisa va jarayonlar)ni ularning modellari yordamida tadqiq qilish, mavjud narsa va hodisalarning modellarni yasash va o'rganishdan iboratdir.

Qishloq xo'jaligi va sanoatning turli sohalarda issiqlik tarqalish jarayonlari uchraydi. Issiqlik tarqalish jarayonlarini o'rganish issiqlikni hosil qiluvchi energiya manbalarini tejash masalalari bilan chambarchas bog'liq [1]. Bunda qurilmalarda tajribalar sanoqli hollarda o'tkaziladi, tajribalar katta xarajatlar talab qiladi. Ayrim tajribalarni o'tkazish esa juda murakkab hisoblanadi. Ana shunday paytlarda bu jarayonlarni matematik modellashtirish yaxshi samara beradi [1-2]. Matematik model asosida olingan natijalar loyihachilarga obyekt va jarayonlar haqida to'liq tasavvur olishga yordam beradi.

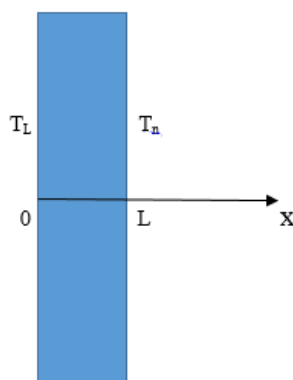
Modellashtirish uslubidan hozirgi zamon fanidan keng foydalanilmoqda. U ilmiy-tadqiqot jarayonini osonlashtiradi, ba'zi hollarda esa murakkab obyektlarini o'rganishning yagona vositasiga aylanadi. Modellashtirish, ayniqsa, mavhum obyektlarni, olis-olislarda joylashgan obyektlarni, juda kichik hajmli obyektlarni o'rganishda ahamiyati kattadir. Modellashtirish uslubidan fizik, astronomik, biologik, iqtisod uchun ham foydalaniladi [3].

Tadqiqotlarda issiqlik tarqalish masalalari [4-8] ishlarda ko'rilgan. Bunda deyarli barcha hollarda issiqlik tarqalish masalasi umumiy holda ko'rilgan, jarayon kechadigan muhit tabiati hisobga olinmagan. Tanlangan matematik model va uni yechish usullari qanchalik ahamiyatga ega bo'lsa, ana shu boshlang'ich ma'lumotlar ham shunchalik ahamiyatga egadir.

Amaliyotda teplotexnik hisoblar jarayonida silindrik yoki sferik simmetriyaga ega bir o'lchovli masalalarni yechish zarurati tug'iladi. Masalan, uzun silindrning sovushi haqidagi masala yoki quvursimon kanallarning issiqlik holatini tahlil qilish masalalarini olish mumkin. Bu kabi jarayonlar hisoblash qurilmalari, turar joylardagi devorlar kabilarda uchraydi. Shuning uchun ham issiqlik tarqalish obyektining aniq xususiyatlarini hisobga olib bunday jarayonlarni modellashtirish dolzarb masaladir.

**Metodika.** Tekis cheksiz plastinka yoki tashqi muhit bilan issiqlik almashmaydigan (izolyatsiyalangan) sterjen orqali issiqlik uzatilishini tahlil qilamiz.

Ingichka silindrik formadagi uzunligi  $L$  bo'lgan bir jinsli sterjenda issiqlik tarqalish masalasini qaraylik. Ushbu sterjenning ikki chekkasi issiqlik o'tkazmaydigan bo'lishi, yoki biror qoidaga asosan biror issiqlik oqimi berilishi mumkin (1-chizma). Buni chegaraviy shartlarda beriladi.



**1-chizma. Masalaning geometrik berilishi**

Bir o'lchovli holda issiqlik o'tkazish tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + Q(x), \quad 0 < x < l; t > 0, \quad (1)$$

bu yerda,  $c$  va  $\rho$  mos ravishda moddaning issiqlik sig'imi va zichligi,  $\lambda$ - issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyenti,  $Q(x)$  – sterjenga qo'yilishi mumkin bo'lgan issiqlik manbasi.

Boshlang'ich shart:

$$t := 0: T = T_0, \quad 0 \leq x \leq L;$$

Chegaraviy shartlar:

$$\begin{cases} x = 0: T = T_l, t > 0; \\ x = L: T = T_r, t > 0; \end{cases} \quad (2)$$

Agar issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsiyenti  $\lambda$  ni soddalik uchun o'zgarmas deb olsak (1) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + Q(x), \quad 0 < x < L,$$

Ushbu tenglamani ikki tomonini  $\rho c$  ga bo'lib quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{Q(x)}{\rho c} \quad (3)$$

Endi bu tenglamada o'lchov birliklari to'g'ri ekanini tekshirib ko'ramiz:

Buning uchun tenglamadagi har bir hadni o'lchov birliklarini yozib olamiz:

Temperatura uchun  $^{\circ}\text{C}$ , vaqt uchun  $s$ ,  $\lambda$  uchun  $\text{Bt}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ ,  $\rho$  uchun  $\text{kg}/\text{m}^3$ ,  $c$  solishtirma

issiqlik sig'imi uchun  $J/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ ,  $x$  koordinata uchun  $m$ ,  $Q(x)$  issiqlik manbasi uchun  $\frac{\text{kg}}{m\cdot s^3}$ .

Adabiyotlardan ma'lumki,  $\text{Bt}$  birligi  $\frac{\text{kg}\cdot m^2}{s^3}$ . U holda  $\lambda$  ning birligi quyidagiga teng:

$$\lambda \rightarrow \text{Bt}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}) \rightarrow \frac{\text{kg}\cdot m^2}{s^3}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}) \rightarrow \frac{\text{kg}\cdot m}{s^3\cdot^{\circ}\text{C}}$$

Issiqlik sig'imidagi  $J$  ning birligi quyidagicha:

$$J \rightarrow H\cdot m \rightarrow \frac{\text{kg}\cdot m}{s^2}\cdot m \rightarrow \frac{\text{kg}\cdot m^2}{s^2}$$

U holda issiqlik sig'imi  $c$  ning birligi quyidagicha bo'ladi:

$$c \rightarrow \frac{\frac{\text{kg}\cdot m^2}{s^2}}{(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})} \rightarrow \frac{m^2}{s^2\cdot^{\circ}\text{C}}$$

Endi (3)-tenglamadagi  $\frac{\lambda}{\rho c}$  hadning birligini yuqorida keltirilganlardan foydalanib chiqaramiz:

$$\frac{\lambda}{\rho c} \rightarrow \frac{Vt/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})}{(\text{kg}/\text{m}^3)\cdot(Vt\cdot s)/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})} = \frac{m^2}{s}$$

Bundan kelib chiqadiki, haqiqatan ham  $\frac{\lambda}{\rho c}$  ning o'lchov birligi  $\frac{m^2}{s}$  ekan va adabiyotlarda  $\frac{\lambda}{\rho c} = \alpha$

kabi belgilanib, temperatura o'tkazish koeffisienti deb ataladi.

Endi  $\frac{Q(x)}{\rho c}$  uchun birlikni chiqaramiz:

$$\frac{Q(x)}{\rho c} \rightarrow \frac{\frac{\text{kg}}{m\cdot s^3}}{\frac{\text{kg}}{m^3}\cdot\frac{m^2}{s^2\cdot^{\circ}\text{C}}} \rightarrow \frac{^{\circ}\text{C}}{s}$$

Endi  $\frac{\partial T}{\partial t}$  uchun birlikni chiqaramiz:  $\frac{\partial T}{\partial t} \rightarrow \frac{^{\circ}\text{C}}{s}$

Endi  $\frac{\lambda}{\rho c} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$  had uchun birlikni chiqaramiz:

$$\frac{\lambda}{\rho c} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \rightarrow \frac{m^2}{s}\cdot\frac{^{\circ}\text{C}}{m^2} \rightarrow \frac{^{\circ}\text{C}}{s}$$

Yuqoridagilardan ko'rinadiki, (3) tenglamadagi barcha hadlarning birligi bir xil, ya'ni  $\frac{^{\circ}\text{C}}{s}$  kabi chiqdi.

Endi (3) ning to'la matematik tavsifini berish uchun bu tenglamaga geometrik, fizik, boshlang'ich va chegaraviy shartlarni o'z ichiga olgan bir qiymatlilik shartlarini qo'shimcha kiritish zarur.

O'rganilayotgan jarayon uchun geometrik shartlar jismning shakli va o'lchamlarini aniqlab beradi. Fizik shartlar esa jismning - teplofizik xarakteristikalarini aniqlab beradi. Vaqt bo'yicha boshlang'ich shartlar boshlang'ich vaqt momentida jismda temperaturaning taqsimlanishini ifodalab beradi.

Qaralayotgan masalaning to'la matematik qo'yilishini berish uchun bir qiymatlilikning fizik shartlarini ham berish zarur.

Endi biz ko'rayotgan sterjen uchun ishlatiladigan biror bir material, masalan, temir uchun temperatura o'tkazish koeffisientini hisoblaymiz. Temir uchun  $\frac{\lambda}{\rho c}$  dagi hadlarning qiymatlari quyidagiga teng :

$$\lambda = 46 \text{ Bt} / (m \cdot ^\circ C), \rho = 7800 \text{ kg} / m^3, c = 460 \text{ J} / (kg \cdot ^\circ C)$$

Bu yerda  $Vt$  –Batt, issiqlik oqimi quvvati;  $m$  –metr, sterjen uzunligi;

$\lambda = 46 \text{ Bt} / (m \cdot ^\circ C)$ ,  $\rho = 7800 \text{ kg} / m^3$ ,  $c = 460 \text{ J} / (kg \cdot ^\circ C)$  -temperatura, issiqlik o'lchovi;  $\rho$  – zichlik;  $c$  – materialning solishtirma issiqlik sig'imi;  $J$  – issiqlik bajaradigan ish o'lchovi,  $J = Vt \cdot s$ , bu yerda  $s$  –sekund, vaqt birligi.

Ushbu qiymatlarni  $\frac{\lambda}{\rho c}$  ga qo'yib topamiz:

$$\frac{46}{7800 \cdot 460} = 1,282 \cdot 10^{-5}$$

Demak, temir uchun temperatura o'tkazish koeffisienti  $1,282 \cdot 10^{-5} m^2 / s$  ga teng ekan.

Oddiy g'isht uchun  $\frac{\lambda}{\rho c}$  dagi hadlarning qiymatlari quyidagiga teng :

$$\lambda = 0,7 \text{ Bt} / (m \cdot ^\circ C), \rho = 1500 \text{ kg} / m^3, c = 750 \text{ J} / (kg \cdot ^\circ C)$$

Ushbu qiymatlarni  $\frac{\lambda}{\rho c}$  ga qo'yib topamiz:

$$\frac{0,7}{1500 \cdot 750} = 6,2 \cdot 10^{-7}$$

Demak, oddiy g'isht uchun temperatura o'tkazish koeffisienti  $6,2 \cdot 10^{-7} m^2 / s$  ga teng ekan.

Xuddi shuningdek, mis uchun  $\frac{\lambda}{\rho c}$  dagi hadlarning qiymatlari quyidagiga teng :

$$\lambda = 384 \text{ Bt} / (m \cdot ^\circ C), \rho = 8800 \text{ kg} / m^3, c = 381 \text{ J} / (kg \cdot ^\circ C)$$

Ushbu qiymatlarni  $\frac{\lambda}{\rho c}$  ga qo'yib topamiz:

$$\frac{381}{8800 \cdot 3810} = 0,00015$$

Endi masalani yechish uchun jarayon obyekti bo'lgan sterjenni uzunligi bo'yicha N-1 ta teng kesmalarga bo'lamiz va tugun nuqtalarni aniqlaymiz.

$i$  – chi tugundagi temperaturaning  $t = t_n = n \cdot \tau$  vaqt momentidagi qiymatini  $T(x_i, t_i) = T_i^n$  kabi aniqlaymiz. Bu yerda  $\tau$  – vaqt koordinatasi bo'yicha integrallash qadami;  $n$  – vaqt bo'yicha qadam nomeri.

Ushbu tadqiqot ishida jarayonda qoshimcha issiqlik manbasi yo'q bo'lgan holni, ya'ni  $Q(x) = 0$  holni qaraymiz. (1) tenglamadagi differensial operatorlarni ularning chekli ayirmali analoglari bilan almashtiramiz. Bunda oshkormas sxemadan foydalanamiz [9-10]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\tau}, \quad \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{T_{i+1}^{n+1} - 2T_i^{n+1} + T_{i-1}^{n+1}}{h^2}$$

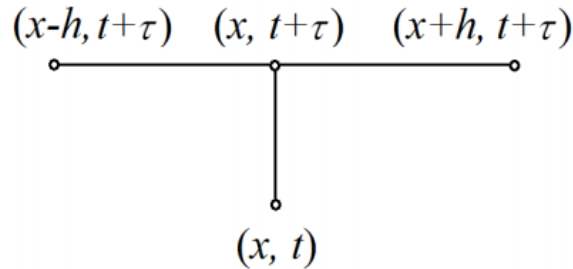
Xususiy hosilalarni mos chekli ayirmalar bilan almashtirish natijasida quyidagi chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$\rho c \frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\tau} = \lambda \left( \frac{T_{i+1}^{n+1} - 2T_i^{n+1} + T_{i-1}^{n+1}}{h^2} \right), \quad i = 2, 3, \dots, N-1, n \geq 0 \quad (4)$$

Bu yerda  $N - x$  o'qi bo'ylab olingan tugun nuqtalar soni.

Xususiy hosilalarni aproksimatsiyalashning tanlangan sxemasini grafik ko'rinishda 2-chizmadagidek tasvirlash mumkin.

2-chizma foydalanilayotgan to'rt nuqtali oshkormas ayirmali sxemada yangi vaqt qatlamida uchta nuqta va eski vaqt qatlamida esa bitta nuqta olinayotganini yaqqol ko'rsatadi.



2-chizma. To'rt nuqtali, ikki qatlamli oshkormas sxema shabloni

Hosilalarni bunday aproksimatsiyalash uslubi oshkormas deb atalishiga sabab vaqtning yangi qatlamidagi temperaturalar maydoni oshkormas ifodalangan, ya'ni ularni aniqlash uchun progonka(haydash) usulidan foydalaniladi.

(4)-tenglikda shakl almashtirish ishlarini bajarib, quyidagicha umumiy ko'rinishga keltirish mumkin:

$$A_i \cdot T_{i+1}^{n+1} - B_i \cdot T_i^{n+1} + C_i \cdot T_{i-1}^{n+1} = F_i \quad i = 1, \dots, N-1 \quad (5)$$

bu yerda

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

(5) sistema uch diagonalli tuzilmaga ega. Shuning uchun nostatsionar masala qaralayotganligi sababli (5) sistemani har bir vaqt qadamida yechish zarur.

Faraz qilaylik, shunday  $\alpha_i$  va  $\beta_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N-1$ ) sonlar ketma-ketligi mavjudki, ular uchun

$$T_{i-1}^{n+1} = \alpha_{i-1} \cdot T_i^{n+1} + \beta_{i-1} \quad (6)$$

tenglik o'rinli, ya'ni ikki qatlamli to'rt nuqtali (4) tenglama birinchi tartibli ikki nuqtali (6) tenglamaga aylanadi. (6) tenglikda indeksni bittaga kamaytiramiz va hosil bo'lgan ushbu  $T_{i-1}^{n+1} = \alpha_{i-1} \cdot T_i^{n+1} + \beta_{i-1}$  ifodani (5) tenglamaga qo'yamiz:

$$A_i \cdot T_{i+1}^{n+1} - B_i \cdot T_i^{n+1} + C_i \cdot \alpha_{i-1} \cdot T_i^{n+1} + C_i \cdot \beta_{i-1} = F_i,$$

bu yerdan esa

$$T_i^{n+1} = \frac{A_i}{B_i - C_i \cdot \alpha_{i-1}} T_{i+1}^{n+1} + \frac{C_i \cdot \beta_{i-1} - F_i}{B_i - C_i \cdot \alpha_{i-1}} \quad (7)$$

ko'rinishni olamiz.

Oxirgi (7) tenglikni (6) bilan solishtirganda barcha  $i = 2, 3, \dots, N-1$  lar uchun  $\alpha_i$  va  $\beta_i$  lar quyidagiga teng bo'ladi:

$$\alpha_i = \frac{A_i}{B_i - C_i \cdot \alpha_{i-1}}, \quad \beta_i = \frac{C_i \cdot \beta_{i-1} - F_i}{B_i - C_i \cdot \alpha_{i-1}}. \quad (8)$$

(8) ni hisobga olganda (7) quyidagi ko'rinishni oladi:

$$T_i^{n+1} = \alpha_i T_{i+1}^{n+1} + \beta_i \quad (9)$$



Progonka(haydash) usulining to'g'ri yo'lida  $i = 1, 2, 3, \dots, n-1$  lar uchun  $\alpha_i$  va  $\beta_i$  lar topib olinadi.

Bunda  $i = 1$  da  $\alpha_1$  va  $\beta_1$  chap chegaraviy shartdan topiladi.

Endi haydash usulini quyidagicha qo'llaymiz.

(2) dan chap chegarada  $x = 0$ :  $T = T_l$ ,  $t > 0$ . U holda (9) ga  $i = 1$  ni qoyib olamiz:

$$T_1^{n+1} = \alpha_1 T_2^{n+1} + \beta_1 \quad (10)$$

Bundan

$\alpha_1 = 0$ ,  $\beta_1 = T_l$  bo'lishi kelib chiqadi.

(10)ni hisobga olgan holda  $i = 2, 3, \dots, N-1$  lar uchun (9) yordamida  $\alpha_i$  va  $\beta_i$  lar topib olinadi.

(2) dan o'ng chegarada  $x = L$ :  $T_N = T_r$  ma'lum. Agar (9) da  $i = N-1$  desak

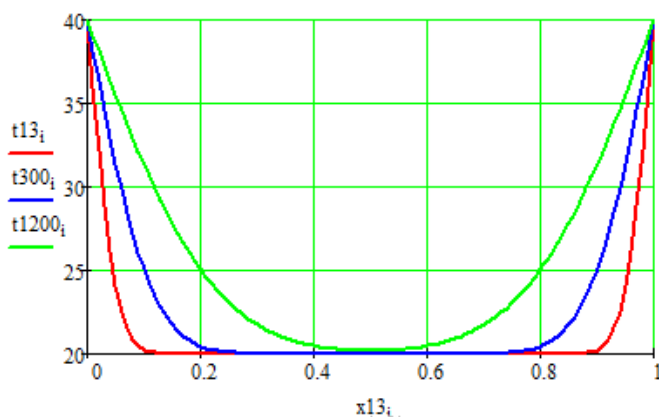
$$T_{N-1}^{n+1} = \alpha_N T_N^{n+1} + \beta_N \quad (11)$$

(11) dagi  $T_N^{n+1}$  - chegaraviy shartdan topilgan,  $i = 2, 3, \dots, N-1$  lar uchun (9) yordamida  $\alpha_i$  va  $\beta_i$  lar topib olingan, demak endi haydash usulining teskari yo'nalishida  $i = N-1, \dots, 1$  qiymatlarida (9) yordamida  $T_i^{n+1}$  lar topib olinadi.

Shunday qilib, (5) ko'rinishdagi tenglamalar sistemasining yechimini yuqoridagidek izlash uslubi haydash (progonka) usuli deb atalib, uchta formula bo'yicha hisoblashlarga olib kelinadi: (10) formula yordamida chap chegaradagi shart yordamida progonka koeffitsiyentlari deb ataluvchi  $\alpha_1$  va  $\beta_1$  lar va (8) yordamida ( $i = 2, 3, \dots, N-1$ ) larda  $\alpha_i$  va  $\beta_i$  lar (to'g'ri progonka) va keyin esa (9) formula bo'yicha  $T_i^{n+1}$  ( $i = N-1, N-2, \dots, 2$ ) noma'lumlar topiladi.

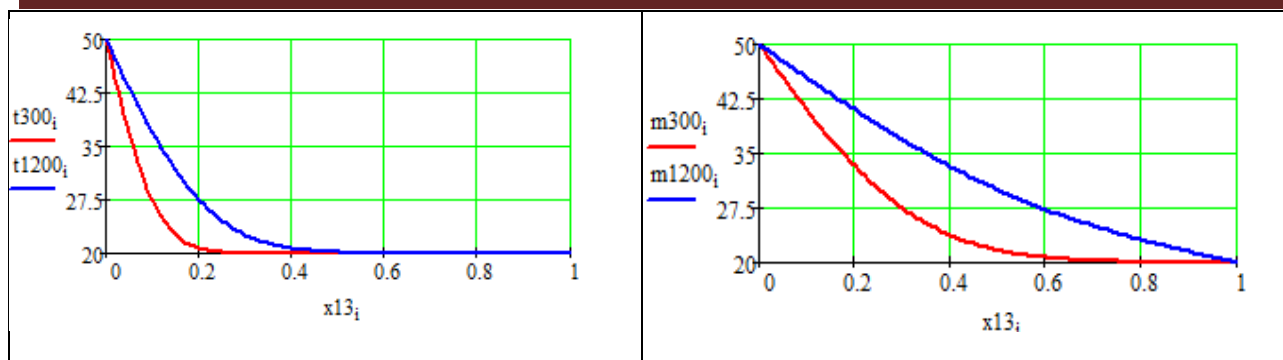
Ushbu algoritm bo'yicha dasturiy mahsulot Delphi tilida yaratildi [11] va natijalar massivlarga yozilib, Mathcad matematik paketida grafiklar olindi [12-15].

3-chizmada materiali temir bo'lgan va uzunligi bir metr bo'lgan sterjenda temperatura tarqalish jarayoni vaqtning turli momentlarida keltirilgan. Chizmadan ko'rinadiki, agar sterjen uchida  $40^{\circ}\text{C}$ , orasida  $20^{\circ}\text{C}$  temperatura qo'yilgan bo'lsa, taxminan 15 minutlardan keyin chap chegaradan qo'yilgan issiqlik sterjen o'rtasida seziladi.



**3-chizma. Materiali temir bo'lgan bir metrli sterjenda 1 minut, 5 minut, 15 minut o'tgandan so'ng issiqlik tarqalish jarayoni**

Turli materiallarda issiqlik tarqalish jarayoni ko'rinishini 4-chizmada ko'rish mumkin. 4-chizmadagi birinchi grafikda temir moddali sterjenda, ikkinchi grafikda esa mis moddali sterjenda issiqlik tarqalish jarayoni keltirilgan. Chizmadagi grafiklardan ko'rinadiki, mis materialli sterjenda issiqlik tarqalish tezligi ancha katta.



**4-chizma. Temir va mis materialli sterjenlarda issiqlik tarqalish jarayonini 5 minutdan va 15 minutdan so'ng taqqoslash**

**Xulosa.** Ushbu maqolada ichki manbalarga ega bo'lmagan bir o'lchovli sohada issiqlik tarqalish masalasi soha materiali termodinamik xossalarini hisobga olgan holda nazariy o'rganilgan. Bunda matematik model sifatida nostasionar issiqlik tarqalish tenglamasi oshkormas shablonli chekli ayirmalarda yozilib, hosil qilingan tenglamalar sistemasi boshlang'ich va chegaraviy shartlarni hisobga olgan holda haydash usulida yechilgan. Boshlang'ich ma'lumotlar sifatida temir va mis moddalari kattaliklaridan foydalanilgan va ana shu materialli bir o'lchovli sohalarda bo'layotgan jarayonlar bir-biri bilan solishtirilgan. Tuzilgan algoritm va dasturiy ta'minotdan issiqlik tarqalish bor bo'lgan amaliy masalalarda foydalanish mumkin.

#### ADABIYOTLAR:

1. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S. *Issiqlik texnikasi. Darslik. T.: "O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati". 2010. -200 b.*
2. *Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие. / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 172 с.*
3. Дьяконов В.Г., Лонцаков О.А. *Основы теплопередачи. Учебное пособие//КНИТУ, Казань, 2011. -230 с.*
4. Рындин Е.А., Куликова И.В., Лысенко И.Е. *Основы численных методов: теория и практика// Электронное учебное пособие. Таганрог. 2015. 216 с.*
5. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. *Вычислительная гидромеханика и теплообмен. В 2-х томах. М: «Мир», 1990. 344 с.*
6. Jumayev J., Mustapakulov Ya., Kuldoshev H. *Numerical algorithm for modeling turbulence in a jet with diffusion combustion// 14th international Conference on Application of information and Communication technologies(AICT). Conference Proceedings.(Tashkent, 7-9 okt. 2020). pp. 1-4 DOI 10.1109/AICT50176.2020.9368857*
7. Jumayev J., Shirinov Z., Kuldoshev 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*
8. 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>*
9. Бейбалиев В.Д., Шабанова М.Р. *Численный метод решения краевой задачи для двумерного уравнения теплопроводности с производными дробного порядка//Вест. Сам.гос.техн.ун-та. Сер.физ.мат.науки. -2010. -№ 5(21). –с. 244-251.*
10. Крайнов А.Ю., Рыжих Ю.Н., Тимохин А.М. *Численные методы в задачах теплопереноса: учебно-методическое пособие. Томск. Том. ун-т, 2009. 114 с.*
11. Nazirov Sh.A., Musayev M.M. va b. *Delphi tilida dasturlash asoslari. O'quv qo'llanma. Toshkent. "G'afur-G'ulom", 2008. 277 bet.*
12. Охорзин В.А. *Прикладная математика в системе MATHCAD: Учебное пособие.-СПб.: "Лань".2008.-352 с.*

13. Жумаев Ж. Решение математических задач в пакетах математических программ. Учебное пособие. Бухара. «Дурдона», 2020. 240  
[https://uniwork.buxdu.uz/resurs/13227\\_2\\_D84564EDB490F3D0421C50F064AAACE32C739DAB1.pdf](https://uniwork.buxdu.uz/resurs/13227_2_D84564EDB490F3D0421C50F064AAACE32C739DAB1.pdf).
14. Жумаев Ж. Математические системы. Учебное пособие. Бухара. «Дурдона», 2021. 230 с.
15. Jumayev J. Transport masalasini MathCAD tizimida yechish// BuxDU ilmiy axboroti, 2022, № 6, 27-31 betlar. [https://journal.buxdu.uz/index.php/journals\\_buxdu/article/view/8701](https://journal.buxdu.uz/index.php/journals_buxdu/article/view/8701)