

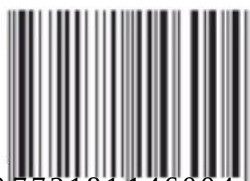
BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI



Научный вестник Бухарского государственного университета
Scientific reports of Bukhara State University

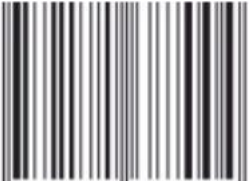
2/2025

E-ISSN 2181-1466



9 772181 146004

ISSN 2181-6875



9 772181 687004



@buxdu_uz



@buxdu1



@buxdu1



www.buxdu.uz

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

ICHKI MANBALI BIR O‘LCHOVLI SOHADA ISSIQLIK TARQALISHINI SONLI MODELLASHTIRISH

Jumayev Jura,

Buxoro davlat universiteti dotsenti

j.jumayev@buxdu.uz

Qobilova Dildora Odilboyevna,

Buxoro davlat universiteti magistranti

Annotatsiya. Maqolada ichki manbaga ega bo‘lgan bir o‘lchovli turli materialli bir o‘lchovli sohada 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. Mis materialida biror quvvatga ega ichki manba hamda turli temperatura va vaqt mobaynida issiqlik tarqalish masalasi o‘rganilib, tegishli xulosalar chiqarilgan.

Kalit so‘zlar: modellash tirish, issiqlik oqimi, issiqlik tarqalish tenglamasi, issiqlik o‘tkazish koeffitsiyenti, zichlik, solishtirma issiqlik sig‘imi, ichki manba, chekli ayirmalar, haydash usuli, nostasionar masala, matematik model, xususiy hosilali differensial tenglama.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ОДНОМЕРНОЙ СРЕДЕ С ВНУТРЕННИМ ИСТОЧНИКОМ

Аннотация. В статье численно исследован вопрос распространения тепла в одномерной среде из различных материалов с внутренним источником. Для этого одномерное уравнение распределения тепла записывается в конечных разностях с учетом начальных и граничных условий и используется метод прогонки. Исследованы влияние внутреннего источника определенной мощности в медном материале, распространения тепла при различных температурах и времени и сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: Моделирование, тепловой поток, уравнение теплопроводности, коэффициент теплоотдачи, плотность, удельная теплоемкость, внутренний источник, конечные разности, метод прогонки, нестационарная задача, математическая модель, дифференциальное уравнение в частных производных.

NUMERICAL MODELING OF HEAT DISTRIBUTION IN A ONE-DIMENSIONAL FIELD WITH AN INTERNAL SOURCE

Abstract. The article numerically studies the issue of heat distribution in a one-dimensional medium made of various materials with an internal source. For this purpose, the one-dimensional heat distribution equation is written infinite differences taking into account the initial and boundary conditions and the sweep method is used. The influence of an internal source of a certain power in a copper material, heat distribution at different temperatures and times are studied and the corresponding conclusions are made.

Keywords: modeling, heat flow, heat conductivity equation, heat transfer coefficient, density, specific heat capacity, internal source, finite differences, sweep method, non-stationary problem, mathematical model, partial differential equation.

Kirish. Turli xil termofizik xususiyatlarga ega bo‘lgan elementli sohalarda haroratni taqsimlash muammosi turli xil tuzilmalarning mustahkamligi, radiotexnika bilan bog‘liq ko‘plab muammolarni hal qilishda paydo bo‘ladi. Sohaning isishi, chegaralar bo‘ylab paydo bo‘lgan oqimlar, ichki isitiladigan manbalar va boshqalar tufayli yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun bunday muammolarni o‘rganish va hal qilish mutaxassislar e‘tiborini tortib kelmoqda [1-6].

Shunday hollar bo‘ladiki, muhit ichida issiqlik manbalari ta‘siri bo‘ladi. Issiqlik ajralishi hollari elektr toki, biror xil ximik reaksiya, boshqa biror ta‘sirida bo‘lishi mumkin. Ushbu ishda bir olchovli muhitda bir necha issiqlik manbasi bor, ularning intensivligi(ta‘sir kattaligi) bir xil kattalikda deb tasavvur qilamiz.

Bir o‘lchovli holda qaraganda albatta muhit endi havodan iborat emas deb qaraladi, masalan, temir, alyuminiy kabi materialdan bo‘lishi mumkin. Bunday muhitlarda muhitning zarralari bir-biri bilan energiya

almashadi. Kontinuum gipotezasiga muvofiq, biz molekulararo masofalarga nisbatan "makrohajmlar" ni ko'rib chiqamiz, chunki tabiatdagi haqiqiy obyektlar, qoida tariqasida, ko'p o'lchamlarga ega kattaroq molekulararo masofaga ega bo'ladi.

Bizga bir o'lchovli $L=0.3\text{m}$ uzunlikka ega bo'lgan sterjen berilgan bo'lsin. Ushbu sterjenning ichki nuqtalarida teng masofalarda qandaydir $Q(x)$ quvvatli biror-bir issiqlik manbalari qo'yilgan bo'lsin. Aniqlik uchun ushbu issiqlik manbalari $x \in A = \{\frac{L}{4}, \frac{L}{2}, \frac{3 \cdot L}{4}\}$ kabi nuqtalarda qo'yilgan deb tasavvur qilaylik (1-rasm).



1-rasm. Issiqlik manbalari joylashuvi sxematik ko'rinishi.

Ushbu keltirilganlarga asoslanib issiqlik tarqalish tenglamasiga qo'yiladigan issiqlik manbasi uchun funksiyani quyidagicha hosil qilamiz [7-9]:

$$Q(x) = \begin{cases} \frac{L}{4} \cdot q \frac{B\tau}{M^3}, & x = \frac{L}{4}; \\ \frac{L}{2} \cdot q \frac{B\tau}{M^3}, & x = \frac{L}{2}; \\ \frac{L}{4} \cdot q \frac{B\tau}{M^3}, & x = \frac{3 \cdot L}{4}; \\ 0 \frac{B\tau}{M^3}, & x \notin A, \end{cases} \quad (1)$$

(1)da keltirilgan issiqlik manbasi quvvatini $Q=10^5 \text{vatt} / \text{m}^4$ ga teng deb hisoblaymiz. Sterjen materiali kumush, u holda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $\lambda = 419 \text{vatt} / (\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$, zichligi $\rho = 10500 \text{kg} / \text{m}^3$, issiqlik sig'imi $c = 200 \text{Dj} / (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.

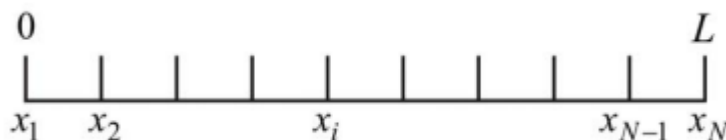
Masalaning matematik qo'yilishini quyidagi ko'rinishda tavsiflash mumkin:

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

Yuqorida keltirilganlardan kelib chiqib boshlang'ich va chegaraviy shartlarni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\begin{cases} t = 0: T = T_0, 0 \leq x \leq L; \\ x = 0: T = T_1, t > 0; \\ x = L: T = T_2, t > 0. \end{cases} \quad (3)$$

(2) masalani (3) –shartlar asosida yechish uchun teng oraliqli to'rda aniqlangan chekli ayirmalar usulidan foydalanamiz. Bunda yechim sohasi bo'lgan sterjenni $N-1$ ta teng oraliqlarga bo'lamiz, shu orqali chekli ayirmalarni quramiz:



2-rasm. Chekli ayirmali to'r.

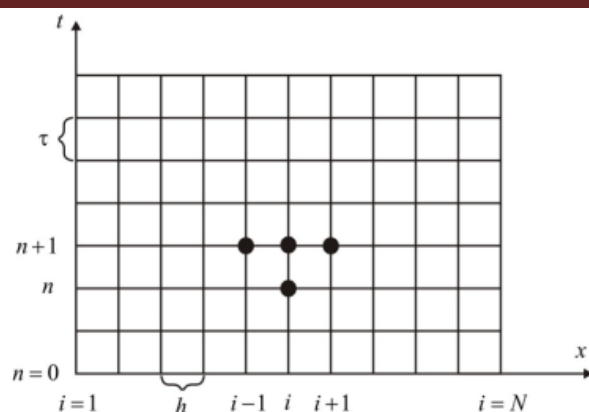
2-rasmdan ko'rinadiki, $x_2, x_3, \dots, x_{N-1}$ - ichki tugun nuqtalar koordinatalari, x_1, x_N - chegara tugun nuqtalar koordinatalari.

Ushbu tuzib olingan (2-3) masalani yechish uchun to'rt nuqtali, ikki qatlamli, oshkormas sxemali chekli ayirmalarga asoslangan usuldan foydalanamiz [13]. Ushbu usulga asoslangan holda (2) ni quyidagi oshkormas chekli ayirmali sxemada yozamiz:

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

Ushbu oshkormas chekli ayirmalarni yozishda quyidagi shablondan foydalanildi (2-rasm). 2-rasmdan ko'rinib turibdiki, bu yerda to'rt nuqtali chekli ayirmadan foydalanilyapti, bunda uchta nuqta yangi vaqtli qatlamdan olinyapti, bitta nuqta esa avvalgi, ya'ni qiymatlari aniq bo'lgan qatlamdan olinyapti.

Yuqorida keltilgan chekli ayirmalarning oshkormas sxemada deyilganining sababi ham shundaki, aniqlanadigan o'zraguvchi qiymati (bizning misolda – temperatura) yangi qatlamda oshkormas ko'rinishda qatnashyapti, ushbu qiymatlarni aniqlash uchun tenglamalar sistemasini yechish kerak bo'ladi.



2-rasm. Ikki qatlamli, to'rt nuqtali chekli ayirma uchun shablon.

(4) da keltirilgan ifodani soddalashtirishlar orqali quyidagi umumiy ko'rinishda yozish mumkin:

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

Bu yerda

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

(5) ko'rinishdagi tenglamalar ikkinchi tartibli uch nuqtali chekli ayirmali tenglamalar deb ataladi. Ushbu (5) tenglamalar sistemasi uch nuqtali strukturaga ega. Masalaning qo'yilishidan ko'rinadiki, biz bu yerda nostasionar masalani ko'ryapmiz, ya'ni jarayon vaqtga bog'liq, shuning uchun (5) ni qadamning har bir o'zgarish qadamida yechish kerak bo'ladi.

(5) – sistema uch nuqtali bo'lgani uchun uni yechishning an'anaviy usullardan farq qiluvchi tejamkor progonka usulida yechamiz.

(5) ning yechimini quyidagi ko'rinishda izlaymiz:

$$T_i^{n+1} = \alpha_i \cdot T_{i+1}^{n+1} + \beta_i, \quad i = \overline{1, N-1} \quad (6)$$

(6) ni kiritish bilan biz uch nuqtali (5) tenglamani ikki nuqtali tenglamaga olib kelimiz. (6) da α_i, β_i - topilishi kerak bo'lgan progonka koeffitsientlari deyiladi. (6) da i o'zgaruvchisi o'rniga $i-1$ ni qo'yib $T_{i-1}^{n+1} = \alpha_{i-1} \cdot T_i^{n+1} + \beta_{i-1}$ ifodani olamiz va uni (5) ga etib qo'yamiz:

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

Ushbu ifodani soddalashtirib, (6) ko'rinishiga keltirib, olamiz:

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

Ushbu olingan ifoda (6) ko'rinishiga ega bo'lib, barcha $i = \overline{2, N-1}$ nuqtalarda mos keladi. Ushbu ifodani (6) bilan solishtirgan holda olamiz:

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

Shunday qilib, (8)dagi belgilashlarni (7) ga qo'ganda quyidagi rekurrent formulaga ega bo'lamiz:

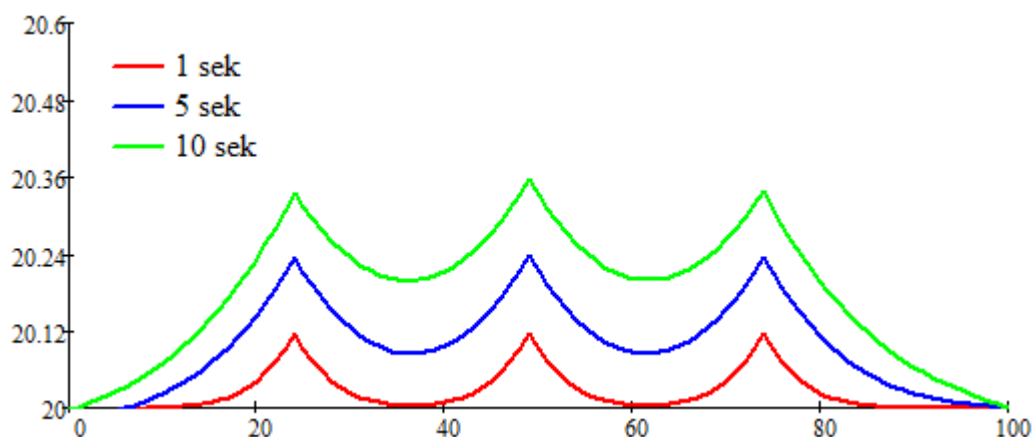
$$T_i^{n+1} = \alpha_i \cdot T_{i+1}^{n+1} + \beta_i \quad (9)$$

(8)dagi α_i, β_i larni $i = \overline{2, N-1}$ da topish uchun $i = 1$ da α_1, β_1 lar kerak bo'ladi. Biz ularni (3)dagi chap chegarada shartidan topib olamiz. Chap chegarada $T = T_1$ bo'lgani uchun (9) da $\alpha_1 = 0, \beta_1 = 1$ bo'ladi [10].

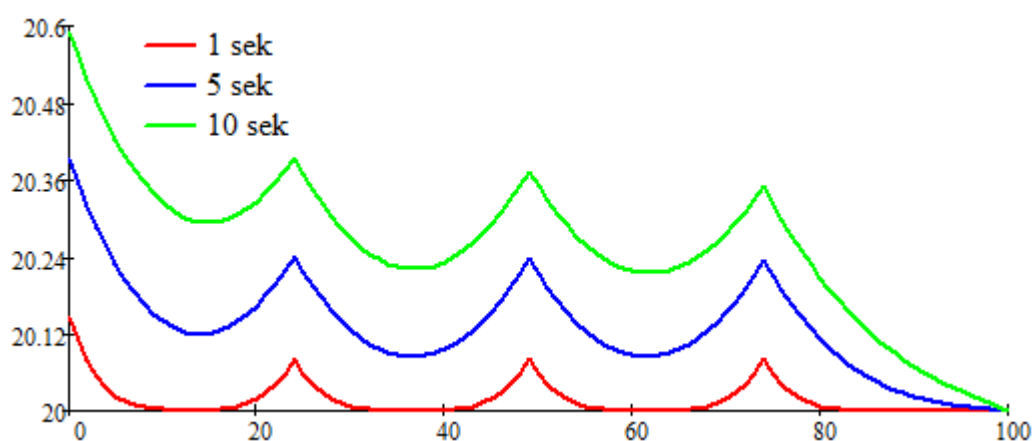
Qolgan α_i, β_i larni $i = \overline{2, N-1}$ da (8) orqali topib olamiz va bu progonkaning to'g'ri yo'li deb ataladi. Endi $i = N$ da o'ng chagaraviy shartdan $T = T_2$, va $i = \overline{N-1, 2}$ da (9) orqali T_i larni topib olamiz. Bu endi progonkaning teskari yo'li deb ataladi. Progonka usulining turg'unligi [11] da keltirilgan usullardan foydalangan holda aniqlanadi.

1-rasmda $T_1 = 20^\circ C, T_2 = 20^\circ C, T_0 = 20^\circ C$ va ichki uch nuqtada $Q = 10^5 \text{ vatt} / m^4$ quvvatli manbalar qo'yilganda vaqt o'tishi bilan sterjenda issiqlikning o'zgarishi keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki,

vaqt o'tishi bilan quvvat qo'yilgan nuqtalarda temperatura o'sib boradi va u atrofga ham ta'sir o'tkazadi[12-14].



1-rasm. Chekka nuqtalarda temperatura o'zgarishlik sharti qo'yilganda ichki manbalarning sterjen temperaturasi ta'siri.



2-rasm. Chegarada qo'shimcha quvvat qo'yilganda sterjenda temperatura o'zgarishi.

2-rasmda oldingi shartlardan farqli ravishda sterjenning birinchi chegarasida $-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0} = q$ sharti

qo'yilgan holda temperatura o'zgarishi keltirilgan. Bunda $q = 5 \cdot 10^3 \text{ Vt} / \text{m}^2$ quvvat qo'yilgan.

Rasmdan ko'rinadiki, chegarada berilgan quvvat manbalar quvvatini bir tekisda oshirib borar ekan. Shuning bilan birga bu quvvat chegaradagi temperaturani ham oshirib borar ekan.

Xulosa. Ushbu maqolada ichki manbalarga ega bo'lgan 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 mis materiali kattaliklaridan foydalanilgan va turli chegaraviy shartlarda natijalar olingan. Tuzilgan algoritm va dasturiy ta'minotdan issiqlik tarqalish bor bo'lgan amaliy masalalarda foydalanish mumkin.

ADABIYOTLAR:

1. Назаров С. А., Свирус Г. X., 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., Горайнов 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. 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>
5. 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. -2010. - № 5(21). –с. 244-251.
6. 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.
7. Jumayev J., Qodirov J., Mirzaev Sh.M. Simulation of natural convection in a solar collector// J. Phys.: Conf. Ser. 2023. 2573 012024. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2573/1/012024>
8. Чиркин В. С. Теплофизические свойства материалов. Справочник. М.: ФИЗМАТГИЗ., 1959.- 356 с.
9. Крайнов А.Ю., Рыжих Ю.Н., Тимохин А.М. Численные методы в задачах теплопереноса: учебно-методическое пособие. Томск. Том. ун-т, 2009. 114 с.
10. Рынди́н Е.А., Куликова И.В., Лысенко И.Е. Основы численных методов: теория и практика// Электронное учебное пособие. Таганрог. 2015. 216 с.
11. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие. / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 172 с.
12. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 656 с.
13. Jumayev J., Mustapaqulov Ya., Kuldashev H. Numerical algorithm for modeling turbulence in a jet with diffusion combustion//2020 IEEE 14th international Conference on Application of information and Communication technologies(AICT). 7-9 okt. 2020. pp. 1-4. DOI 10.1109/AICT50176.2020.9368857.
14. Jumayev j., Fatilloeva M.N. Manbasiz turli materialli bir o'Ichovli sohalarda issiqlik tarqalishini sonli o'rganish// BuxDU ilmiy axboroti, 2023, № 9, 35-43 betlar.