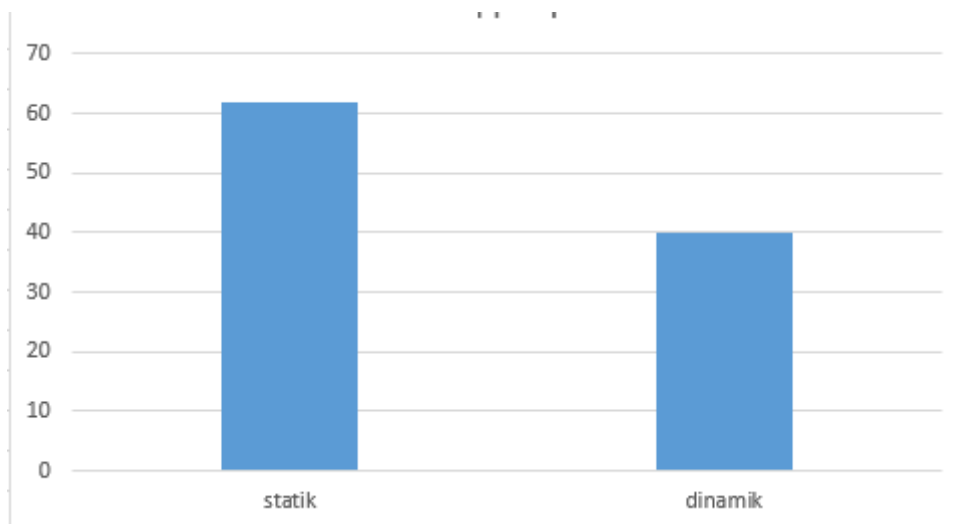




1-Rasm. Taklif qilingan metod bilan static oqimlar ishlash tezligi.

Xulosa

Yuqoridagi tadqiqot natijalariga ko‘ra, G/G/c modeli ko‘p vazifali va yuklamasi vaqt davomida o‘zgaruvchi tizimlarning oqimlarini tahlil qilish va boshqarishda samarali matematik asos bo‘lib xizmat qiladi. Ushbu model yordamida tizimdagi yuklama o‘zgarishiga mos ravishda xizmat ko‘rsatish jarayonlarini dinamik tarzda optimallashtirish, resurslarni qayta taqsimlash hamda navbat uzunligini kamaytirish imkoniyati yaratiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, oqimlarni dinamik optimallashtirish usuli tizimning ish unumdorligini oshiradi, kechikishlarni kamaytiradi va xizmat sifati ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi. Bu yondashuv real vaqt rejimidagi hisoblash tizimlari, tarmoq xizmatlari va onlayn ma’lumotlarni qayta ishlash platformalarida qo‘llanishi mumkin.

Shunday qilib, G/G/c modeliga asoslangan dinamik boshqaruv usullari zamonaviy ko‘p vazifali tizimlarning samaradorligini ta’minlash va ularning barqaror ishlashini kafolatlashda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. D. Gross, J. F. Shortle, J. M. Thompson, C. M. Harris, Fundamentals of Queueing Theory, Wiley, 2018
2. A. Gandhi, M. Harchol-Balter, Adaptive Server Allocation in Clouds via Queueing Theory, Performance Evaluation, 2012
3. F. Baccelli, P. Brémaud, Elements of Queueing Theory, Springer, 2003
4. Leonard Kleinrock, QUEUEING SYSTEMS VOLUME I: THEORY, A Wiley-Interscience Publication, New York, 1975, p.417

BIR KOMPONENTALI NOCHIZIQLI MUHITLARDA YUTILISH JARAYONI ISHTIROKIDAGI O‘ZGARUVCHAN ZICHLIKDAISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIK JARAYONLARINI SONLI MODELLASHTIRISH

Mukimov Askar Shuxratovich

*Alfraganus universiteti raqamli texnologiyalar fakulteti raqamli texnologiyalar kafedrasida dotsenti v.b.,
Phd, (97)4223244, mukimovaskar89@gmail.com*

Anotatsiya: Mazkur ishda yutilish jarayoni ta’sirida bo‘ladigan bir komponentali nochiziqli muhitda issiqlik o‘tkazuvchanlik jarayonlarini tavsiflovchi nochiziqli parabolik tenglamalar asosida tuzilgan matematik modellar o‘rganilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi — ushbu modellarni tahlil qilish uchun analitik usullarni ishlab chiqish, shuningdek, ularning sonli yechimlarini hisoblash va natijalarni vizual shaklda aks ettirish imkonini beruvchi dasturiy kompleks yaratishdan iborat.

Kalit so‘zlar: nochiziqli issiqlik o‘tkazuvchanlik, parabolik tenglama, yutilish, avtomodel usul, etalon tenglama, kritik eksponent, yechim asimptotikasi, ayirmali sxema, iteratsion usul, sonli hisoblash,



barqarorlik, issiqlik tarqalish tezligi, fazoviy lokallanish, Samarskiy–Sobol usuli, sonli–analitik modellashtirish.

NUMERICAL MODELING OF HEAT CONDUCTION PROCESSES WITH ABSORPTION IN ONE-COMPONENT NONLINEAR MEDIA WITH VARIABLE DENSITY

Mukimov Askar Shuxratovich

PhD, Associate Professor at the Department of Digital Technologies, Faculty of Digital Technologies, Alfraganus University

Abstract: In this study, mathematical models describing heat conduction processes in a one-component nonlinear medium with absorption effects are investigated based on nonlinear parabolic equations. The main objective of the research is to develop analytical methods for analyzing such models, as well as to create a software package that enables the computation of numerical solutions and the visualization of results.

Keywords: nonlinear heat conduction, parabolic equation, absorption, automodel method, reference equation, critical exponent, solution asymptotics, difference scheme, iterative method, numerical computation, stability, heat propagation rate, spatial localization, Samarskii-Sobol.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ПОГЛОЩЕНИЕМ В ОДНОКОМПОНЕНТНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ СРЕДАХ С ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТЬЮ

Мукимов А.Ш., PhD,

доцент кафедры цифровых технологий, факультет цифровых технологий, Университет Альфраганус

Аннотация: В данной работе исследованы математические модели теплопроводности в однокомпонентной нелинейной среде с учетом эффекта поглощения, описываемые нелинейными параболическими уравнениями. Основная цель исследования заключается в разработке аналитических методов для анализа таких моделей, а также в создании программного комплекса, обеспечивающего нахождение численных решений и визуализацию полученных результатов.

Ключевые слова: нелинейная теплопроводность, параболическое уравнение, поглощение, метод автомодели, опорное уравнение, критический показатель, асимптотика решения, разностная схема, итерационный метод, численные вычисления, устойчивость, скорость распространения тепла, пространственная локализация, Самарский-Соболь.

Kirish

Nochiziqli issiqlik oʻtkazuvchanlik masalalarini sonli usullar yordamida yechishda boshlangʻich yaqinlashuvni toʻgʻri aniqlash natijaning barqarorligi va ishonchliligi uchun asosiy omillardan biridir. Ayniqsa, oʻzgaruvchan zichlikka ega nochiziqli muhitlarda bu masala yanada dolzarb boʻlib, boshlangʻich shartlar zichlikning vaqt va fazodagi dinamikasini toʻliq ifodalay olishi zarur. Bunday yondashuv yechimning fizik mazmunini — uning fazoviy chegaralanganligini, lokalizatsiya darajasini hamda oʻsish yoki soʻnish xususiyatlarini saqlab qolishga imkon beradi. Natijada, hisoblash jarayoni tezroq konvergentsiyaga erishadi va yechim haqiqiy fizik jarayonni aniqroq aks ettiradi.

Shuningdek, oʻzgaruvchan zichlikli muhitlarda yechimning uzoq vaqtli (asimptotik) xatti-harakatini oʻrganish uchun ayrim sonli parametrlarning qiymatlarini aniqlash muhimdir. Ushbu parametrlar, masalan, kritik yoki Fudjita tipidagi qiymatlar, muhit zichligining oʻzgarishi bilan yechimning oʻsish tezligi va barqarorlik chegaralarini belgilaydi. Fudjita ilk bor bunday kritik qiymatlarni yarimchiziqli issiqlik oʻtkazuvchanlik tenglamasi misolida oʻrganib chiqqan [1;105–113 b.].

Asosiy qism

Quyidagi Koshi masalasini koʻrib chiqamiz.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \nabla \left(\rho(x) u^{m-1} \left| \nabla u^k \right|^{p-2} \nabla u \right) - u^{\beta_*}, \quad (1)$$



$$u(0, x) = u_0(x), \quad x \in R^N, \quad (2)$$

$\rho(x) = |x|^n, \beta_* = k(p-2) + m + \frac{p}{s}, s = pN / (p-n), p > n$ (β_* - kritik parametr, N – fazo o’lchovi).

Fizik nuqtai nazardan qaraganda, cheksiz issiqlik o’tkazuvchi muhitga (ya’ni chegarasiz fazoga), nochiqli yutilishga ega bo’lgan holda, issiqlik diffuziyasi (2.1)–(2.2) tenglamalar bilan tavsiflanadigan jarayonga tashqaridan ma’lum bir boshlang’ich haroratli buzilish $u_0(x) \geq 0$ kiritilgan, bu buzilish etarlicha ixtiyoriy shaklda bo’lishi mumkin. Quyida keltirilgan natijalar shuni ko’rsatadiki, kritik qiymatlar holatida (2.1)–(2.2) masalaning yechim asimptotikasi boshqacha bo’ladi.

Ma’lum mos taxminlar ostida, Koshi masalasi (1)–(2) uchun zaif yechimning mavjudligi, yagona yechimligi va barqarorligi masalalari hamda ularning turli variantlari ko’plab mualliflar tomonidan [2; 2310–2323 b., 3; 326–330 b., 4; 1–21 b.] manbalarda keng o’rganilgan.

(1)–(2) masala uchun bizda quyidagi bir o’lchovli nochiqli issiqlik o’tkazuvchanlik tenglamasi boshlang’ich va chegaraviy shartlar bilan mavjud:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\rho(x) u^{m-1} \left| \frac{\partial u}{\partial x} \right|^{p-2} \frac{\partial u}{\partial x} \right) - u^{\beta_*} u(0, x) = \psi(x) \geq 0, \quad (3)$$

$$\rho(x) = |x|^n, 0 \leq x \leq b.$$

(3) masala uchun x o’zgaruvchi bo’yicha bir tekis to’r (setka) ni h qadam bilan, va vaqt bo’yicha τ qadamli vaqt to’rini quramiz $\bar{\omega}_h = \{x_i = ih, \quad h > 0, \quad i = 0, 1, \dots, n, \quad hn = b\}$

$$\bar{\omega}_\tau = \{t_j = j\tau, \quad \tau > 0, \quad j = 0, 1, \dots, m, \quad \tau m = T\}.$$

Masalani (3) noaniq ikki qatlamli ayirmali sxema bilan almashtiramiz va quyidagi ayirmali sxemani olamiz, uning xatosi $O(h^2 + \tau)$ ga teng:

$$\begin{cases} \frac{y_i^{j+1} - y_i^j}{\tau} = \frac{1}{h^2} \left[|x_{i+1}|^n a_{i+1}(y^{j+1})(y_{i+1}^{j+1} - y_i^{j+1}) - |x_i|^n a_i(y^{j+1})(y_i^{j+1} - y_{i-1}^{j+1}) \right] - \\ - (y_i^{j+1})^\beta, \quad i = 1, 2, \dots, n-1; \quad j = 0, 1, \dots, m-1, \\ y_i^0 = u_0(x_i), \quad i = 0, 1, \dots, n, \\ y_0^j = \phi_1(t_j), \quad j = 1, 2, \dots, m, \\ y_n^j = \phi_2(t_j), \quad j = 1, 2, \dots, m; \end{cases} \quad (2.18)$$

Bizning holatda a_{i+1} va a_i — issiqlik o’tkazuvchanlik koeffitsiyentlari hisoblanadi. a_{i+1} va a_i ni hisoblash uchun quyidagi formulalardan foydalanamiz [5; 280 b.].

$$a_{i+1}(y^{j+1}) = \frac{1}{2} \left[(y_i^{j+1})^{m-1} \left| \frac{(y_{i+1}^{j+1})^k - (y_i^{j+1})^k}{h} \right|^{p-2} + (y_{i+1}^{j+1})^{m-1} \left| \frac{(y_i^{j+1})^k - (y_{i-1}^{j+1})^k}{h} \right|^{p-2} \right],$$

$$a_i(y^{j+1}) = \frac{1}{2} \left[(y_{i-1}^{j+1})^{m-1} \left| \frac{(y_i^{j+1})^k - (y_{i-1}^{j+1})^k}{h} \right|^{p-2} + (y_i^{j+1})^{m-1} \left| \frac{(y_{i-1}^{j+1})^k - (y_{i-2}^{j+1})^k}{h} \right|^{p-2} \right].$$



Algebraik tenglamalar sistemasi (2.18) y^{j+1} ga nisbatan chiziqli emas. Nochiziqli tenglamalar sistemasi (2.18) ni yechish uchun iteratsion usulni qo'llaymiz va natijada quyidagi algebraik tenglamalar sistemasini olamiz [5; 282 b.].

$$\frac{y_i^{j+1} - y_i^j}{\tau} = \frac{1}{h^2} \left[|x_{i+1}|^n a_{i+1} \left(y^{j+1} \right) \left(y_{i+1}^{j+1} - y_i^{j+1} \right) - |x_i|^n a_i \left(y^{j+1} \right) \left(y_i^{j+1} - y_{i-1}^{j+1} \right) \right] - \left(y_i^{j+1} \right)^{\beta_*}, \quad (2.19)$$

$s = 0, 1, 2, \dots$

Endi (2.19) algebraik tenglamalar sistemasi y^{j+1} ga nisbatan chiziqli bo'ladi.

Boshlang'ich iteratsiya sifatida y_i^0 , y ning qiymati oldingi vaqt qadamidagi $y^{j+1} = y^j$ dan olinadi.

Iteratsion sxema bo'yicha hisoblashda iteratsiya aniqligi ε belgilanadi va jarayon quyidagi shartlar bajarilgunga qadar davom ettiriladi.

$$\max_{0 \leq i \leq n} \left| y_i^{s+1} - y_i^s \right| < \varepsilon.$$

$$\varepsilon = 10^{-3}.$$

Ayirmali sxema (2.19) dan foydalanib, uch diagonalli matritsaning A, B, C, F koeffitsiyentlarini aniqlaymiz va quyidagi chiziqli tenglamalar sistemasini progonka (Thomas) usuli yordamida yechamiz [5; 414 b.].

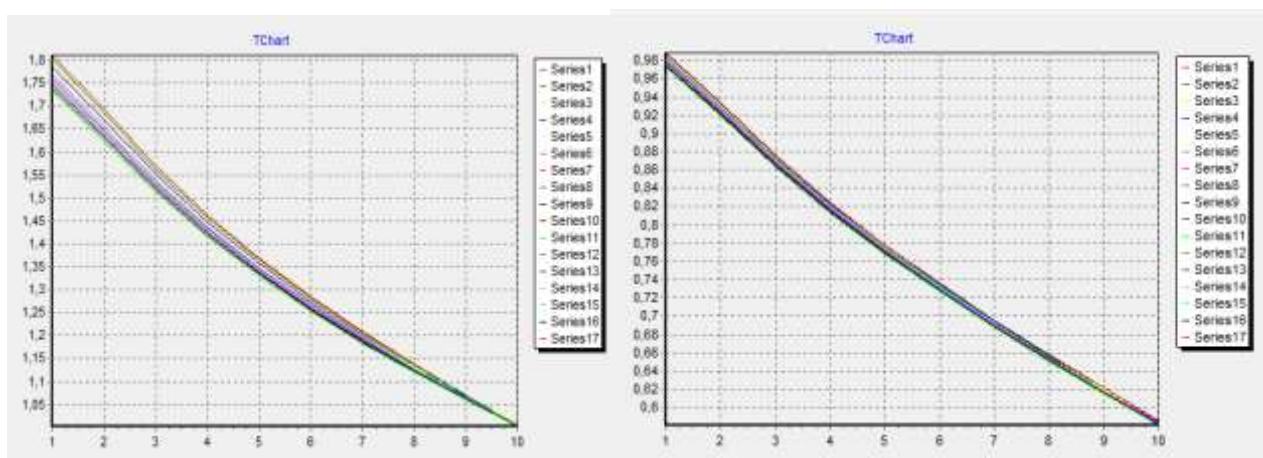
$$A_i^s \bar{y}_{i-1}^{s+1} - C_i^s \bar{y}_i^{s+1} + B_i^s \bar{y}_{i+1}^{s+1} = -F_i^s, \quad i = 1, 2, \dots, n-1,$$

$$y_0 = \chi_1 y_1 + \mu_1, \quad y_N = \chi_2 y_{N-1} + \mu_2 \quad \text{gde}$$

$$A_i^s = \frac{\tau a_i (a^{j+1}) |x_i|^n}{h^2}, \quad B_i^s = \frac{\tau a_{i+1} (a^{j+1}) |x_{i+1}|^n}{h^2},$$

$$C_i^s = A_i^s + B_{i+1}^s, \quad F_i^s = y_i^s - \left(y_i^{j+1} \right)^\beta, \quad s = 0, 1, 2, \dots, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

$$T=10; m=2; a=0.7; p=3; k=2$$



Rasm 1. O'zgaruvchan zichlikning jarayonga ta'siri. $n=0.3, n=0.5$
Xulosa



Ko‘rib turganimizdek, n ortishi bilan *u* funksiyalarning tarqalish chuqurligi kamayadi. Shuningdek, haroratning tezroq o‘sishi kuzatiladi. Buni shunday tushuntirish mumkin: zichlik yuqori bo‘lgan joyda issiqlik tezroq tarqaladi.

m, *k* va *p* parametrlarining ta’siri ko‘plab mualliflar tomonidan o‘rganilgan, shuning uchun biz bu holatlar ustida batafsil to‘xtalib o‘tmaymiz.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. H. Fujita On the blowing up of solutions of the Cauchy problem // for Journal of the Faculty of Science University of Tokyo A. – 1966. – vol. 16, – pp. 105–113.
- 2 P. Cianci., A. V. Martynenko., A. F. Tedeev. The blow-up phenomenon for degenerate parabolic equations with variable coefficients and nonlinear source // Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications A, – 2010. – vol. 73, no. 7, – pp. 2310–2323.
3. E. Di Benedetto. Degenerate Parabolic Equations // Universitext, Springer, New York, NY, USA, – 1993.
4. J. N. Zhao, On the Cauchy problem and initial traces for the evolution p-Laplacian equations with c.ongly nonlinear sources // Journal of Differential Equations, – 1995. – vol. 121, no. 2, – pp. 329–383.
5. A.A. Samararskiy., A.V. Gulin. numerical methods // Nauka. – 1989. – p. 432.
6. O‘rmonjonov Azizbek Muhammadjon o‘g‘li. (2025). INKLYUZIV TA’LIMNING MOHIYATI, MAQSADI VA RIVOJLANISH TENDENSIYALARI. (2025). *Kelajak o‘qituvchisi - Kelajak Bunyodkori*, 1(2), 701-710.

INNOVATION YONDASHUV TA’LIM OLISHNING ZAMONAVIY USULI SIFATIDA

Asqarova Dilafruz Ibroximovna

Farg‘ona davlat universiteti

p.f.b.f.d. (PhD)

Email: dilafruzaskarova@804gmail.com

Annotatsiya: Ta’lim tizimida innovatsion yondashuvning zamonaviy ahamiyati, uning o‘quv-tarbiya jarayonidagi o‘rni hamda pedagogik samaradorlikni oshirishdagi roli tahlil qilingan. Insoniyat taraqqiyoti bilan bog‘liq ijodiy tafakkur va kreativlik tushunchalari asosida innovatsion ta’lim jarayonining nazariy hamda amaliy jihatlari yoritilgan. Shuningdek, innovatsion o‘qitishning afzalliklari, interfaol metodlarning o‘quvchilarda mustaqil fikrlash, muammoni hal etish va tanqidiy yondashuvni shakllantirishdagi o‘rni ilmiy asosda izohlangan.

Kalit so‘zlar: innovatsion yondashuv, kreativlik, ijodiy tafakkur, interfaol metodlar, pedagogik texnologiyalar, tanqidiy fikrlash, o‘z-o‘zini baholash.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД КАК СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ОБУЧЕНИЯ

Аскарова Дилафруз Иброхимовна

Ферганский государственный университет

кандидат педагогических наук (PhD)

Email: dilafruzaskarova@804gmail.com

Аннотация: Анализируется современное значение инновационного подхода в системе образования, его роль в образовательном процессе и в повышении педагогической эффективности. Рассматриваются теоретические и практические аспекты инновационного образовательного процесса на основе концепций творческого мышления и креативности в контексте развития человека. На научной основе объясняются преимущества инновационного обучения, роль интерактивных методов в формировании самостоятельного мышления, навыков решения проблем и критического мышления у студентов.

Ключевые слова: инновационный подход, креативность, творческое мышление, интерактивные методы, педагогические технологии, критическое мышление, самооценка.

INNOVATIVE APPROACH AS A MODERN METHOD OF LEARNING