

tashkil etdi. Shuningdek, 2023- yilning yanvar oyida jami 426 ta yangi qurilish korxonasi tashkil etilib, ularning faoliyat ko'rsatayotgan korxonalarga nisbati 0,9 % ni tashkil etdi. Qurilish korxonalarining katta qismi, ya'ni 9 166 tasi yoki respublikadagi jami korxonalarning 20,1 % i Toshkent shahrida joylashgan. Shuningdek Toshkent viloyatida 3 999 ta (respublika bo'yicha jami qurilish korxonalarining 8,8 % i) va Farg'ona viloyatida 3 788 ta (8,3 %) qurilish korxonalari mavjud bo'lib, qolgan hududlarga nisbatan kattaroq ko'rsatkichga ega. Yuqoridagi ko'rsatkichlardan ko'rinadiki, mamlakatimizda investitsion muhit yaxshilayotganligi va islohotlar o'z samarasini ko'rsatmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston Respublikasining 2017 yilgi Investisiya dasturi to'g'risida"gi qarori.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil uchun mo'ljallangan Oliy Majlisga Murojaatnomasi.
3. Investitsiya va Lizing asoslari – K.Z. Homitov, A.N.Mahmudov
4. Ботировна, У. В. (2022). ХУДУДЛАР ТАРАҚҚИЁТИДА РАҚАМЛИ ИҚТИСОДИЁТ РИВОЖЛАНИШИНИНГ ЎЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ.
5. <https://stat.uz/>

ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK TENGLAMASI UCHUN AYIRMALI SXEMALAR

Nuraliyev T.A., Alimov S.H., Hamdamov F.

O'zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali

Annotatsiya. Bir jinsli muhitda, bir o'lcham uchun issiqlik o'tkazilishi to'rlar tuzilib o'rganilgan.

Kalit so'zlar. chekli ayirmalar usuli, chegaraviy tugunlari, ichki tugunlar, qatlam.

Bir o'lchamli nostatsionar issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$c_p \rho \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \bar{f}, \quad (1)$$

bunda $u = u(x, t)$ – temperatura, c_p – birlik massa issiqlik sig'imi, ρ – zichlik, k – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, $\bar{f}$ – issiqlik manbalari zichligi, ya'ni birlik vaqtda birlik uzunlikdan ajralib chiquvchi issiqlik miqdori. Agar $c_p = c_p(x, t, u)$, $k = k(x, t, u)$ bo'lsa – tenglama kvazichiziqli deb ataladi. Agar $c_p = \text{const}$, $k = \text{const}$ bo'lsa tenglama quyidagicha bo'ladi

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \tilde{f}, \quad a^2 = \frac{k}{\rho c}, \quad \tilde{f} = \frac{\bar{f}}{\rho c}, \quad (2)$$

bu erda a^2 – temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

Umumiylikdan ajralmagan holda $a = 1$ deb hisoblash mumkin, u holda (2) dan quyidagini hosil qilamiz

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f. \quad (3)$$

Birinchi chegaraviy masala quyidagicha qo'yiladi: $\overline{D} = \{0 \leq x \leq 1, 0 \leq t \leq T\}$ sohada uzluksiz bo'lgan quyidagi masalaning $u(x, t)$ yechimini topamiz

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x, t), \quad 0 < x < 1, 0 < t \leq T, \quad (4)$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad 0 \leq x \leq 1, \quad (5)$$

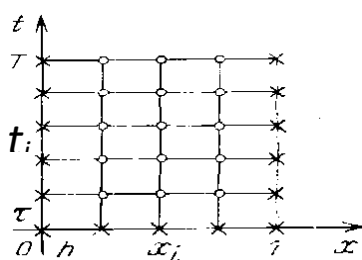
$$u(0, t) = \mu_1(t), \quad u(1, t) = \mu_2(t), \quad 0 \leq t \leq T. \quad (6)$$

Bunda $u_0(x)$, $\mu_1(t)$, $\mu_2(t)$ – berilgan funktsiyalar. Ma'lumki, aniq yechim silliqqligi haqidagi aniq farazlarga ko'ra (1)-(3) masalaning yechimi mavjud va yagonadir. (1)-(3) masala yechimi maksimumlik printsipini qanoatlantiradi va boshlang'ich va chegaraviy shartlardan uzluksiz bog'liq.

Bu masalani chekli ayirmalar usuli bilan yechamiz. Buning uchun h qadam bilan x o'zgaruvchi bo'yicha, τ qadam bilan t o'zgaruvchi bo'yicha quyidagi ko'rinishda to'r

$$\begin{aligned} \overline{\omega}_h &= \{x_i = ih, \quad i = 0, 1, \dots, N, \quad hN = 1\}, \\ \omega_\tau &= \{t_j = j\tau, \quad j = 0, 1, \dots, K, \quad K\tau = T\}. \end{aligned}$$

(x_i, t_j) , $i = 0, 1, \dots, N$, $j = 0, 1, \dots, K$ nuqtalar $\overline{\omega}_{h\tau} = \overline{\omega}_h \times \omega_\tau$ fazo-vaqt to'ri tugunlarini hosil qiladi (1-rasm). $I_0 = \{0 \leq x \leq 1, t = 0\}$, $I_1 = \{x = 0, 0 \leq t \leq T\}$, $I_2 = \{x = 1, 0 \leq t \leq T\}$ kesmalarda yotuvchi (x_i, t_j) tugunlar $\overline{\omega}_{h\tau}$ to'rning *chegaraviy tugunlari* deb ataladi, qolgan tugunlar esa *ichki tugunlar* deb ataladi. 1-rasmda chegaraviy tugunlar xochchalar, ichki tugunlar esa doiracha shaklida belgilangan.



1-rasm. $\overline{\omega}_{h\tau}$ fazo-vaqt to'ri

Qatlam deb vaqt bo'yicha bir xil koordinataga ega bo'lgan $\overline{\omega}_{h\tau}$ to'ring barcha tugunlari to'plamiga aytiladi. Shunday qilib j -qatlam deb quyidagi tugunlar to'plamiga aytiladi

$$(x_0, t_j), (x_1, t_j), \dots, (x_N, t_j).$$

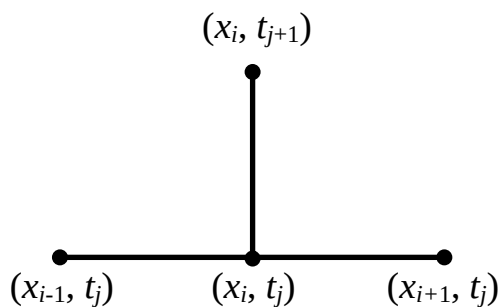
$\overline{\omega}_{h\tau}$ to'rdan aniqlangan $y(x, t)$ funktsiya uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz

$$y_i^j = y(x_i, t_j), \quad y_{t,i}^j = \frac{y_i^{j+1} - y_i^j}{\tau}, \quad y_{\bar{x},i}^j = \frac{y_{i+1}^j - 2y_i^j + y_{i-1}^j}{\tau}. \quad (7)$$

Ba'zan yozuvni soddalashtirish uchun i va j indekslarni tashlab, ushbu belgilashlarni kiritamiz $y_t = y_{t,i}^j$, $y_{\bar{x}} = y_{\bar{x},i}^j$.

(1) tenglamani (x_i, t_j) nuqtani approksimatsiya qilish uchun 2-rasmda tasvirlangan (x_{i+1}, t_j) , (x_i, t_j) , (x_i, t_{j+1}) to'rtta tugundan iborat shablonni kiritamiz. $\partial u / \partial t$ hosilani (x_i, t_j) nuqtada $y_{t,i}^j$ ayirmali munosabat bilan, $\partial^2 u / \partial x^2$ hosilani esa $y_{\bar{x},i}^j$ ikkinchi ayirmali hosila bilan almashtiramiz. Tenglamaning $f(x, t)$ o'ng tomonini taqriban φ_i^j to'r funktsiya bilan almashtiramiz, φ_i^j sifatida quyidagi ifodalardan birini olish mumkin:

$$f(x_i, t_j), \quad \frac{1}{h} \int_{x_{i-1/2}}^{x_{i+1/2}} f(x, t_j) dx, \quad \frac{1}{h\tau} \int_{t_j}^{t_{j+1}} dt \int_{x_{i-1/2}}^{x_{i+1/2}} f(x, t) dx.$$



2-rasm. Oshkor sxema uchun ayirmali sxema shablони

Natijada quyidagi ayirmali tenglamani hosil qilamiz

$$\frac{y_i^{j+1} - y_i^j}{\tau} = \frac{y_{i+1}^j - 2y_i^j + y_{i-1}^j}{\tau} + \varphi_i^j, \quad (8)$$

bunda ayirmali tenglama berilgan differentsial tenglamani (x_i, t_j) nuqtada τ bo'yicha birinchi tartib bilan va h bo'yicha ikkinchi tartib bilan approksimatsiyalaydi. $\varphi_i^j - f(x_i, t_j)$ ayirma ham yuqoridagi tartibdagi kichiklikka ega.

Ayirmali sxema deganda asosiy differentsial tenglamani barcha ichki tugunlarda approksimatsiyalovchi ayirmali tenglamalar va chegaraviy tugunlarda

approximatsiyalanuvchi – qo'shimcha (boshlang'ich va chegaviy) shartlar majmui tushuniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Alimardanovich N. T. et al. ODDIY ITERATSION USUL //ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2023. – Т. 20. – №. 1. – С. 160-168.
2. Alimardanovich N. T. et al. ZEYDEL USULI //ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2023. – Т. 20. – №. 1. – С. 169-176.
3. Alimardanovich N. T. et al. CHIZIQLI ALGEBRAIK TENGLAMALAR TIZIMINI ECHISH. ITERATSION USULLAR //ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2023. – Т. 20. – №. 1. – С. 153-159.
4. Alimardanovich N. T., Abduqodirovich N. N. PLASTINKA UCHUN IKKI O'LCHOVLI ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK TENGLAMASINI SONLI YECHISH //ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2023. – Т. 15. – №. 3. – С. 141-143.
5. Alimardanovich N. T. CHIZIQSIZ TENGLAMALARNI TAQRIBIY YECHISH //International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research. – 2022. – С. 323-327.
6. Хандамов И., Нуралиев Т. Teng qadamlar uchun nyutonning 1-interpolyatsion formulasi uchun algoritm va dasturiy ta'minot yaratish //Современные инновационные исследования актуальные проблемы и развитие тенденции: решения и перспективы. – 2022. – Т. 1. – №. 1. – С. 364-367.
7. Sadoqat, Sharipova. "Ravshan Do'stov and Bahtiyor Po'filatov." ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИКТ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ." *Журнал математики и информатики* 2 (2022).
8. Юлдашев, Турсун и Клара Холманова. «НЕЛИНЕЙНОЕ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ФРЕДГОЛЬМА С ВЫРОЖДАЮЩИМСЯ ЯДРОМ И НЕЛИНЕЙНЫМ МАКСИМУМ». *Журнал математики и информатики* 1.3 (2021).
9. Содиков, Тохир Аслиддинович, et al. "НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ПРИВЕДЕНИЯ К КАНОНИЧЕСКОМУ ВИДУ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ЧАСТНЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ." *МОЛОДОЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ: К ВЕРШИНАМ ПОЗНАНИЯ*. 2023.
10. Holmanova, K. "Maksimum belgisi ostida funksional parametrni o'z ichiga olgan integro-defferensial tenglamalar sistemasi uchun boshlang'ich masala." *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ международный научный электронный журнал* (2022).
11. Baxtiyor, Po'latov, et al. "BA'ZI BIR MUHIM XOSMAS INTEGRALLARNI HISOBLASHDA FRULLANI FORMULASIDAN FOYDALANISH." *International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research* (2023): 363-367.

12. Xolmanova, Klara. "MAKSIMUMLI DIFFERENSIAL TENGLAMALAR UCHUN YARIM O'QDA BOSHLANG'ICH MASALA." *Talqin va tadqiqotlar* 1.21 (2023).

13. Rabimkul Abdunazarov. (2023). PROBLEMS OF CONSTRUCTING AN EFFICIENT COMPUTATIONAL ALGORITHM FOR RESTORING THE PARAMETERS OF THE STURM-LOUISVILLE OPERATOR. *International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research*, 1(1), 79–86. Retrieved from <https://journal.jbnuu.uz/index.php/ijcstr/article/view/352>

14. Абдухакимов С.Х., Хомидов М.К. Орбита критической точки и термодинамический формализм для отображений критического круга без периодических точек //Узбекский математический журнал. – 2020. – С. 4-15.

15. Alimardanovich N. T. CHIZIQSIZ TENGLAMALARNI TAQRIBIY YECHISH //International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research. – 2022. – С. 323-327.

16. Mamanov S. Matematika fanini kasbga yo 'naltirib o 'qitish negizida bo 'lajak mutaxassislarning kasbiy faoliyatiga tayyorlashning hozirgi ahvoli va uni rivojlantirish yo 'llari //Журнал математики и информатики. – 2022. – Т. 2. – №. 3.

17. Po'latov B., Ibrohimov J. BA'ZI RATSIONAL FUNKSIYALARNI INTEGRALLASHDA OSTRAGRADSKIY USULIDAN FOYDALANISH //Talqin va tadqiqotlar. – 2023. – Т. 1. – №. 21.

18. Qizi A. K. S. Texnik oliy ta'limda matematikaning mutaxassislik fanlari bilan integratsiyasini ta'minlash vositalari //Science and innovation. – 2022. – Т. 1. – №. 1. – С. 446-459.

19. Xurramov Y., Polatov B., Ibrohimov J. Kophadning keltirilmaslik alomati //Zamonaviy innovatsion tadqiqotlarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari: yechimlar va istiqbollar. – 2022. – Т. 1. – №. 1. – С. 399-401.

20. Polatov B., Xurramov Y., Ibrohimov J. Murakkab funksiyalardan olingan aniq integralni taqribiy hisoblash //Zamonaviy innovatsion tadqiqotlarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari: yechimlar va istiqbollar. – 2022. – Т. 1. – №. 1.

21. Полатов Б., Хуррамов Ё., Иброхимов Д. Matematika darslarida muammoli oqitish texnologiyasidan foydalanish //Современные инновационные исследования актуальные проблемы и развитие тенденции: решения и перспективы. – 2022. – Т. 1. – №. 1. – С. 401-404.

22. Sobirovich P. B. Darajali Geometriyani Algebraik Tenglamalarda Qo 'Llab Asimptotik Yechimlarini Topish //E Conference Zone. – 2022. – С. 166-168.

23. Рабимкул, А., Иброҳимов, Ж. Б. ў., Пўлатов, Б. С., & Нориева, А. Ж. қ. (2023). АРГУМЕНТЛАРНИ ГУРУХЛАРГА АЖРАТИБ БАҲОЛАШ УСУЛИДА КЎП ПАРАМЕТРЛИ НОЧИЗИҚЛИ РЕГРЕССИЯ ТЕНГЛАМАЛАРИНИ ҚУРИШ МАСАЛАЛАРИ. *Educational Research in Universal Sciences*, 2(2), 174–178. Retrieved from.

24. Xoljigitov D., Isroilov I. GRAFLAR NAZARIYASI YORDAMIDA MANTIQUIY MASALALARNI YECHISH //Журнал математики и информатики. – 2022. – Т. 2. – №. 2.