

# BIR O'LCHOVLI DIRAK TENGLAMASI UCHUN TESKARI MASALANI YECHISHDA TEZKOR HISOBLASH ALGORITMINI QURISH MASALALARI

**Abdunazarov Rabimqul**

O'zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali

[rabimkulabdunazarov@gmail.com](mailto:rabimkulabdunazarov@gmail.com)

**Annotatsiya.** Berilgan spectral ma'limotlar asosida bir o'lchovli Dirak operatori parametrlarini tiklash masalasi qaralgai. Masalani yechisha qulay almashtirishlar hisoboga ixcham hisoblash algoritmi qurilgan.

**Kalit so'zlar:** Bir o'lchovli Dirak tenglamasi, xos qiymat, xos funksiya, Volterra tenglamasi. Aniq va asimtotik echim, hisoblash xatoligi.

Uchbu maqolada bir o'lchovli Dirak tenglamasi uchun teskari masalani echishda qulay almashtirishlar hisobiga ixcham hisoblash algoritmi qurish masalasi muhokama qilinadi. Bunda qaralayotgan differensial tengamaning echimini  $O\left(\frac{1}{\lambda^3}\right)$  aniqlikda elementar funksiyalar orqali ifodalash, olingan yechimni qaralayotgan oraliq chegarasidagi berilgan

$$y_1(0)\sin\beta + Hy_2(\beta) = 0$$

chegaraviy shartga qo'yib, oldindan berilgan  $\lambda$  ning har xil qiymatlari yordamida noma'lum  $p(x)$ ,  $q(x)$  larga nisbatan tenglamalar sistemasi hosil qilinadi. Bu bilan hisoblash amallari ketma-ketligining keskin qisqarishiga va o'z navbatida kutilayotgan echimdan chetlanish xatoligining kamayishiga erishiladi [1], [2].

Quyidagi teorema qo'yilgan masala mazmunini o'zida to'liq ifodalaydi.

**Teorema.** Bir o'lchovli

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} Y' + \begin{pmatrix} p(x) & 0 \\ 0 & q(x) \end{pmatrix} Y = \lambda Y, \quad Y = \begin{pmatrix} y_1(x) \\ y_2(x) \end{pmatrix} \quad (1)$$

*Dirak tenglamasining*

$$y_1(0) = \cos\alpha, \quad y_2(0) = -\sin\alpha \quad (2)$$

*boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi yechimini*

$$Y(x, \lambda, \alpha) = H(\lambda x) \begin{pmatrix} F_{11} & F_{12} \\ F_{21} & F_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\alpha \\ -\sin\alpha \end{pmatrix} \quad (3)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bu yerda

$$F_{11} = ch(\varphi) + \cos(\eta) - 2(1 - \psi) + e^{-\psi} + I_{11} + f_{11}$$

$$F_{12} = -sh(\varphi) + \sin(\eta) + 2(\varphi - \eta) + I_{12}$$

$$F_{12} = -sh(\varphi) - \sin(\eta) + 2(\varphi + \eta) + I_{12}$$

$$F_{22} = ch(\varphi) + \cos(\eta) - 2(1 + \psi) + e^{\psi} + I_{22} + f_{22}$$

$$I_{11} = \int_0^x (\varphi'\eta - \eta'\varphi) dt \quad I_{22} = -I_{11} \quad H(\lambda x) = \begin{pmatrix} \cos\lambda x & -\sin\lambda x \\ \sin\lambda x & \cos\lambda x \end{pmatrix}$$

$$I_{12} = \int_0^x (\psi'(\varphi - \eta) - (\varphi' - \eta')\psi) dt \quad I_{21} = \int_0^x (\psi'(\varphi - \eta) + (\varphi' - \eta')\psi) dt$$

$$f_1(x, \lambda) \approx \frac{\psi}{\lambda^3} \exp(-\varphi^2 - \eta^2) \int_0^x [\psi'(\varphi^2 - \eta^2)] dt$$

$$f_2(x, \lambda) \approx \frac{\varphi}{\lambda^3} \exp(-\psi^2 - \eta^2) \int_0^x [\varphi'(\psi^2 - \eta^2)] dt$$

$$\varphi = \int_0^x \frac{p-q}{2} \cos 2\lambda t dt, \quad \psi = \int_0^x \frac{p-q}{2} \sin 2\lambda t dt, \quad \eta = \int_0^x \frac{p+q}{2} dt$$

$p = p(x), q = q(x) \in C^1$

**Isbot.** Laplas akslantirishini qo'llab, berilgan (2) boshlang'ish shartga ko'ra (1) tenglamaning yechimini

$$Y(x, \lambda, \alpha) = H(\lambda x) \left[ \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ -\sin \alpha \end{pmatrix} - \int_0^x R(t) H(\lambda t) Y(t, \lambda, \alpha) dt \right] \quad (4)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bu yerda

$$R(\lambda x) = \begin{pmatrix} \frac{p+q}{2} \sin 2\lambda x & \frac{p-q}{2} - \frac{p+q}{2} \cos 2\lambda x \\ \frac{p-q}{2} + \frac{p+q}{2} \cos 2\lambda x & \frac{p+q}{2} \sin 2\lambda x \end{pmatrix},$$

Olingan (4) tenglama Volterra tenglamasi bo'lib uni ketma ket yaqinlashish usulida echish mumkin. Dastlabki yaqinlashish sifatida

$$\tilde{Y}_0 = H(\lambda x) \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ -\sin \alpha \end{pmatrix}$$

ifodani tanlaymiz. Uni (4) ga qo'yib  $\tilde{Y}_1$  uchun quyidagi ifodani olamiz.

$$\begin{aligned} \tilde{Y}_1 &= H(\lambda x) \left[ \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ -\sin \alpha \end{pmatrix} - \int_0^x R(t) H(\lambda t) H(\lambda t) \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ -\sin \alpha \end{pmatrix} dt \right] = \\ &= H(\lambda x) \left[ I - \int_0^x R(t) H(2\lambda t) dt \right] \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ -\sin \alpha \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Xuddi shu usulda davom etib keying yaqinlashishlar uchun quyidagi ifodalarga ega bo'lamiz

$$\begin{aligned} \tilde{Y}_2 &= H(\lambda x) \left[ \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ -\sin \alpha \end{pmatrix} - \int_0^x R(t) H(\lambda t) \tilde{Y}_1 dt \right] = H(\lambda x) \left[ I - \int_0^x R(t) H(2\lambda t) dt + \right. \\ &+ \left. \int_0^x R(t) H(2\lambda t) \left( \int_0^t R(\tau) H(2\lambda \tau) d\tau \right) dt \right] \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ -\sin \alpha \end{pmatrix} = \\ &= H(\lambda x) \{ I - A_1 + A_2 \} \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ -\sin \alpha \end{pmatrix}; \quad \dots \\ \tilde{Y}_n &= H(\lambda x) \{ I - A_1 + A_2 - A_3 + \dots + (-1)^n A_n \} \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ -\sin \alpha \end{pmatrix} \quad (5) \end{aligned}$$

Agar

$$\begin{aligned}
R(t)H(2\lambda t) &= \\
&= \begin{pmatrix} \frac{p+q}{2} \sin 2\lambda t & \frac{p-q}{2} - \frac{p+q}{2} \cos 2\lambda t \\ \frac{p-q}{2} + \frac{p+q}{2} \cos 2\lambda t & \frac{p+q}{2} \sin 2\lambda t \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos 2\lambda t & -\sin 2\lambda t \\ \sin 2\lambda t & \cos 2\lambda t \end{pmatrix} = \\
&= \begin{pmatrix} \frac{p-q}{2} \sin 2\lambda t & \frac{p-q}{2} \cos 2\lambda t - \frac{p+q}{2} \\ \frac{p-q}{2} \cos 2\lambda t + \frac{p+q}{2} & -\frac{p-q}{2} \sin 2\lambda t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \psi' & \varphi' - \eta' \\ \varphi' + \eta' & -\psi' \end{pmatrix}
\end{aligned}$$

ekanligi hisobga olinsa  $A_n$  lar uchun quyidagi hisoblash formulasiga ega bo'lamiz

$$A = A_1 = \int_0^x R(t)H(2\lambda t)dt = \int_0^x \begin{pmatrix} \psi' & \varphi' - \eta' \\ \varphi' + \eta' & -\psi' \end{pmatrix} dt = \begin{pmatrix} \psi & \varphi - \eta \\ \varphi + \eta & -\psi \end{pmatrix},$$

...

$$\begin{aligned}
A_n &= \begin{pmatrix} a_n & b_n \\ c_n & d_n \end{pmatrix} = \int_0^x R(t)H(2\lambda t)A_{n-1}(t)dt = \\
&= \int_0^x A'(t)A_{n-1}(t)dt = \int_0^x \begin{pmatrix} \psi' & \varphi' - \eta' \\ \varphi' + \eta' & -\psi' \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{n-1} & b_{n-1} \\ c_{n-1} & d_{n-1} \end{pmatrix} dt = \\
&= \int_0^x \begin{pmatrix} \psi' a_{n-1} + (\varphi' - \eta') c_{n-1} & \psi' b_{n-1} + (\varphi' - \eta') d_{n-1} \\ (\varphi' + \eta') a_{n-1} - \psi' c_{n-1} & (\varphi' + \eta') b_{n-1} - \psi' d_{n-1} \end{pmatrix} dt
\end{aligned}$$

$$a_0 = d_0 = 1, \quad b_0 = c_0 = 0,$$

Qulaylik uchun hisoblashlarni indekslarning juft va toq holatlari uchun alohida alohida amalga oshiramiz,  $n > 1$  bo'ganda

$$\begin{aligned}
a_{2n-1} &= \frac{\psi^{2n-1}}{(2n-1)!} + \frac{1}{(2n-2)!} \int_0^x [\psi'(\varphi^{2(n-1)} - (-1)^n \eta^{2(n-1)}) + a_{2(n-1)}] dt \\
b_{2n-1} &= \frac{\varphi^{2n-1} + (-1)^n \eta^{2n-1}}{(2n-1)!} + \\
&+ \frac{1}{(2n-2)!} \int_0^x [\varphi'(\psi^{2(n-1)} - (-1)^n \eta^{2(n-1)}) - \eta'(\psi^{2(n-1)} + \varphi^{2(n-1)}) + b_{2(n-1)}] dt \\
c_{2n-1} &= \frac{\varphi^{2n-1} - (-1)^n \eta^{2n-1}}{(2n-1)!} + \\
&+ \frac{1}{(2n-2)!} \int_0^x [\varphi'(\psi^{2(n-1)} - (-1)^n \eta^{2(n-1)}) + \eta'(\psi^{2(n-1)} + \varphi^{2(n-1)}) + c_{2(n-1)}] dt \\
d_{2n-1} &= -\frac{\psi^{2n-1}}{(2n-1)!} - \frac{1}{(2n-2)!} \int_0^x [\psi'(\varphi^{2(n-1)} - (-1)^n \eta^{2(n-1)}) + d_{2(n-1)}] dt
\end{aligned}$$

$$a_{2n} = \frac{\psi^{2n} + \varphi^{2n} + (-1)^n \eta^{2n}}{(2n)!} - \frac{1}{(2n-1)!} \int_0^x [(-1)^n \varphi' \eta^{2n-1} + \eta' \varphi^{2n-1} + a_{2n-1}] dt$$

$$b_{2n} = \frac{1}{(2n-1)!} \int_0^x \{\psi' [\varphi^{2n-1} + (-1)^n \eta^{2n-1}] - (\varphi' - \eta') \psi^{2n-1} + b_{2n-1}\} dt +$$

$$c_{2n} = \frac{1}{(2n-1)!} \int_0^x \{(\varphi' + \eta') \psi^{2n-1} - \psi' [\varphi^{2n-1} - (-1)^n \eta^{2n-1}] + c_{2n-1}\} dt +$$

$$d_{2n} = \frac{\psi^{2n} + \varphi^{2n} + (-1)^n \eta^{2n}}{(2n)!} + \frac{1}{(2n-1)!} \int_0^x [(-1)^n \varphi' \eta^{2n-1} + \eta' \varphi^{2n-1} + d_{2n-1}] dt$$

Topilgan ushbu matrisa elementlarini (5) ga qo'yib, ba'zi elementar almashtirishlardan so'ng (3) tenglikka kelamiz [3],[4]. Formuladagi  $f_1$  va  $f_2$  funksiyalar

$$f_1 = \sum_{i=3}^{\infty} (a_{2i} - d_{2i}) \sum_{i=3}^{\infty} (a_{2i+1} - d_{2i+1}) \approx \frac{\psi}{\lambda^3} \exp(-\varphi^2 - \eta^2) \int_0^x [\psi'(\varphi^2 - \eta^2)] dt$$

$$f_2 = \sum_{i=3}^{\infty} (b_{2i} - c_{2i}) \sum_{i=3}^{\infty} (b_{2i+1} - c_{2i+1}) \approx \frac{\varphi}{\lambda^3} \exp(-\psi^2 - \eta^2) \int_0^x [\varphi'(\psi^2 - \eta^2)] dt$$

munosabatlardan kelib chiqadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. 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>
2. Абдуназаров Р. и др. Об одном подходе восстановления параметров оператора Дирака //Знание-сила. – 2023. – с. 8-11.
3. Абдуназаров, р., & Маматов, а. (2023). Численное решение обратной задачи для системы Дирака. *interpretation and researches*, 1(5). извлечено от <http://interpretationandresearches.uz/index.php/iar/article/view/114>
4. Рабимкул а. и др. Восстановления ядро спектральной меры оператора Дирака по неточным спектральным данным //international journal of contemporary scientific and technical research. – 2023. – с. 258-262.
5. Юлдашев, Турсун и Клара Холманова. «НЕЛИНЕЙНОЕ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ФРЕДГОЛЬМА С ВЫРОЖДАЮЩИМСЯ ЯДРОМ И НЕЛИНЕЙНЫМ МАКСИМУМ». *Журнал математики и информатики* 1.3 (2021).
6. 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.

7. Xolmanova, 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).

8. 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.

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

10. Fazliddinovna S. S. et al. KARRALI INTEGRALLARNI HISOBLASHNING GEOMETRIK USULI //Conferencea. – 2022. – С. 76-79.

11. Р Абдуназаров, ЛУ Абдурашидова. Алгоритм восстановления оператора Дирака по двум спектрам. Министерство высшего образования, науки и инноваций министерство цифровых технологий республики Узбекистан Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий

12. 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.

13. Alimardanovich N. T. et al. ZEYDEL USULI //ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2023. – Т. 20. – №. 1. – С. 169-176.

14. Mamanov S. DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCES IN VOCATIONAL SCHOOLS THROUGH CAREER DIRECTED TRAINING //International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research. – 2023. – №. Special Issue. – С. 120-127.

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

16. 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.

17. 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.

18. Javohir, I. . B. . o'g'li, & Muxammadiyev, G. J. . o'g'li. (2023). AYRIM IRRATSIONAL KO'RINISHDAGI INTEGRALLARNI EYLER ALMASHTIRISHLARI YORDAMIDA RATSIONALLASHTIRISH. *Educational Research in Universal Sciences*, 2(2), 237–241. Retrieved from <http://erus.uz/index.php/er/article/view/1994>

19. 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.

20. Fazliddinova S. S. et al. KARRALI INTEGRALLARNI HISOBLASHNING GEOMETRIK USULI //Conferencea. – 2022. – С. 76-79.

21. Qahhorov, Muhrudin, and Dilmurod Xoljigitov. "Tenglamalar sistemasiga doir misollarni grafik usulda yechish." *Журнал математики и информатики* 2.1 (2022).

22. Dilmurod X. et al. HAJM VA YUZALARNI TOPISHDA ANIQ INTEGRALNING TADBIQLARI. – 2023.

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

## **O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA QURILISH SOXASIDAGI INVESTITSION MUHIT**

**Usmonova Vasila Botirovna**

O‘zbekiston Milliy universiteti Jizzax filiali

[usmonovavasila1416@gmail.com](mailto:usmonovavasila1416@gmail.com)

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasida investitsiyalar soxasida amalga oshirilayotgan isloxtalar, soxalarga jalb qilinayotgan xorijiy, to‘g‘ridan-to‘g‘ri investitsiyalar shu qatorda qurilish soxasiga jalb qilinayotgan investitsiyalar yuzasidan tahliliy ma‘lumotlar hamda muallif takliflari keltirib o‘tilgan.

**Kalit so‘zlar:** xorijiy investitsiyalar, qurilish, investitsion muhit.

Butun dunyoda har qanday zamonda iqtisodiyotga yangi texnologiyalarni jalb qilish, soxalarga investitsiyalarni jalb qilish, iqtisodiyotni modernizatsiya qilish asosiy yo‘nalishlaridan xisoblangan. Ayni shu sababli mamlakatning turizm soxasida, ijtimoiy-iqtisodiy soxasida, asosiy yo‘nalishlaridan xisoblangan qurilish soxasiga ham albatta keng qamrovli kapital jalb qilish lozim. Yurtimizda ham jahon miqiyosidagi talablarga javob beradigan investitsion muhit yaratilgan. Hukumat tomonidan investorlar uchun barcha qulayliklar yaratib berilgan. Shu sababli ham, yurtimizda 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan O‘zbekiston Respublikasini kompleks rivojlantirish dasturi bo‘lmish “Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi”ni uchinchi yo‘nalishi ham aynan ushbu soxaga yo‘naltilgan bo‘lib, davlat va jamiyat qurilishiga keng imkoniyatlar yaratishga e‘tibor qaratilishi ko‘zda tutilgan edi.

2023- yilning yanvar oyida, O‘zbekiston Respublikasida jami 5 011,9 mlrd. so‘mlik qurilish ishlari bajarilib, o‘shir suratlari 2022- yilning yanvar oyida hududlar kesimida xususan, Toshkent shahri (1721,7 mlrd. so‘m), Toshkent viloyati (480,0 mlrd. so‘m) va Farg‘ona viloyatida (344,5 mlrd. so‘m) qurilish ishlarining yuqori hajmi qayd etildi. 2023- yilning yanvar oyida O‘zbekiston Respublikasida bajarilgan qurilish ishlarining iqtisodiy faoliyat turlari bo‘yicha taqsimlanishi quyidagicha: