

INDEKS 1072



EZGU FIKR, EZGU SO‘Z, EZGU AMAL!

# ILM SARCHASHMALARI

URGANCH DAVLAT UNIVERSITETINING  
ILMIY-NAZARIY, METODIK JURNALI



ISSN 2010-6246



2022-7

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS  
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**URGANCH DAVLAT UNIVERSITETI**

# **ILM SARCHASHMALARI**

*Jurnal O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining FILOLOGIYA, FALSAFA, FIZIKA-MATEMATIKA hamda PEDAGOGIKA fanlari bo‘yicha doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrdir.*

**7.2022**

**научно-теоретический методический журнал  
Издаётся с 2001 года**

**Urganch – 2022**

Bosh muharrir, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent **YO'LDOSHEV Ro'zimboy**

**TAHRIR HAY'ATI:**

**ABDULLAYEV Bahrom**, fizika-matematika fanlari doktori (UrDU),  
**ABDULLAYEV Ikrom**, biologiya fanlari doktori, professor (Xorazm Ma'mun akademiyasi),  
**ABDULLAYEV Ilyos**, iqtisod fanlari doktori, professor (UrDU),  
**ABDULLAYEV Ravshanbek**, tibbiyot fanlari doktori, professor (TATU UF),  
**ABDULLAYEV O'tkir**, tarix fanlari doktori (UrDU),  
**ALEUOV Userbay**, pedagogika fanlari doktori, professor (Nukus davlat Pedagogika instituti),  
**BERDIMUROTOVA Alima**, falsafa fanlari doktori, professor (QDU),  
**DAVLETOV Sanjarbek**, tarix fanlari doktori (UrDU),  
**DO'SCHONOV Tangribegan**, iqtisod fanlari doktori, professor (UrDU),  
**HAJIYEVA Maqsuda**, falsafa fanlari doktori, professor (UrDU),  
**IBRAGIMOV Zafar**, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent (PhD, UrDU),  
**IBRAGIMOV Zair**, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD, AQSH),  
**IMOMQULOV Sevdiyor**, fizika-matematika fanlari doktori (UrDU),  
**JUMANIYAZOV Maqsud**, texnika fanlari doktori, professor (UrDU),  
**JUMANIYOZOV Otaboy**, filologiya fanlari nomzodi, professor (UrDU),  
**KALANDAROV Aybek**, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD, mas'ul kotib, UrDU),  
**KAVALYAUSKAS Vidas**, gumanitar fanlar doktori, professor (Litva universiteti),  
**NAVRUZOV Qurolboy**, fizika-matematika fanlari doktori, professor (UrDU),  
**OLLAMOV Yarash**, yuridik fanlari nomzodi, dotsent (O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Xorazm viloyatidagi Xalq qabulxonasi bosh mutaxassisi),  
**OTAMURODOV Sa'dulla**, falsafa fanlari doktori, professor (Toshkent, Kimyo-texnologiya instituti),  
**PRIMOV Azamat**, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent (UrDU),  
**QUTLIYEV Uchqun**, fizika-matematika fanlari doktori, professor (UrDU),  
**RO'ZIYEV Erkinboy**, pedagogika fanlari doktori, professor (UrDU),  
**SADULLAYEV Azimboy**, fizika-matematika fanlari doktori, akademik (O'zMU),  
**SADULLAYEVA Nilufar Azimovna**, filologiya fanlari doktori (O'zMU),  
**SAGDULLAYEV Anatoliy**, tarix fanlari doktori, akademik (O'zMU),  
**SALAYEV San'atbek**, iqtisod fanlari doktori, professor (Xorazm viloyati hokimligi),  
**SALAYEVA Muxabbat**, pedagogika fanlari doktori (UrDU),  
**SATIPOV G'oiptnazar**, qishloq xo'jalik fanlari doktori, professor (UrDU),  
**XODJANIYOZOV Sardor**, pedagogika fanlari nomzodi, dotsent (bosh muharrir o'rinbosari, (UrDU),  
**YOQUBOV Jamoliddin**, filologiya fanlari doktori, professor (O'zDJTU),  
**O'ROZBOYEV Abdulla**, filologiya fanlari doktori (UrDU),  
**O'ROZBOYEV G'ayrat**, fizika-matematika fanlari doktori (UrDU),  
**G'AYIPOV Dilshod**, filologiya fanlari doktori, dotsent (UrDU).

**JURNAL 2001-YILDAN CHIQA BOSHLAGAN•JURNAL  
OYDA BIR MARTA NASHR QILINADI•2022 7(181)**

**MUASSIS:** Urganch davlat universiteti•Jurnal O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2020-yil 11-noyabrda ro'yxatdan o'tgan•**GUVOHNOMA № 1131.**

Rasulov To'liqin Husenovich (Buxoro davlat universiteti Matematik analiz kafedrası professori,  
f.-m.f.d., DSc; rth@mail.ru),

Dilmurodov Elyor Baxtiyorovich (Buxoro davlat universiteti Matematik analiz kafedrası mudiri,  
f.-m.f.d., PhD; elyor.dilmurodov@mail.ru)

## PANJARADAGI KO'PI BILAN UCHTA FOTONLI SPIN-BOZON MODELINING SPEKTRI HAQIDA

**Annotatsiya.** Maqolada kvant mexanikasida muhim hisoblangan ko'pi bilan uchta fotonli spin-bozon modelining panjaradagi analogi o'rganilgan. Uning spektri, muhim, nuqtali va diskret spektrlari uchun munosabatlar keltirilgan. Tadqiq qilinayotgan modelga mos keluvchi va bozonli Fok fazoning qir-qilgan to'rt zarrachali qism fazosida ta'sir qiluvchi 4-tartibli umumiy operatorli matritsa qurilgan.

**Аннотация.** В статье изучен решетчатый аналог модели спин-бозон с не более чем тремя фотонами, являющиеся важным в квантовой механике. Приведены соотношения для его спектра, существенного, точечного и дискретного спектра. Построена соответствующая общая операторная матрица порядка 4 действующий в четырехчастичным обрезанным подпространстве бозонного фоковского пространства, который связан с исследуемой моделью.

**Annotation.** In this paper, a lattice spin-boson model with at most three photons, which is an important in quantum mechanics, is studied. The relations for its spectrum, essential, point and discrete spectra are given. The corresponding general operator matrix of order 4 acting in the four particle subspace of a bosonic Fock space, related with the investigated model, is constructed.

**Kalit so'zlar:** spin-bozon modeli, foton, blok operatorli matritsa, bozonli Fok fazo, yo'qotish va paydo qilish operatorlari, muhim, diskret va nuqtali spektrlar.

**Ключевые слова:** модель спин-бозон, блочно-операторная матрица, бозонное пространство фока, операторы уничтожения и рождения, существенный, дискретный и точечный спектры.

**Key words:** spin-boson model, block operator matrix, bosonic Fock space, creation and annihilation operators, essential, discrete and point spectra.

**1. Standart spin-bozon modeli.** Operatorli matritsa – bu elementlari Gilbert yoki Banax fazolarida ta'sir qiluvchi chiziqli operatorlardan iborat bo'lgan matritsa.<sup>1</sup> Ma'lumki, ikki va undan ortiq Gilbert fazoning to'g'ri yig'indisida ta'sir qiluvchi har qanday chiziqli chegaralangan operator hamisha blok operatorli matritsa ko'rinishida tasvirlanadi. Blok operatorli matritsalarining muhim sinflaridan biri – bu soni saqlanmaydigan zarrachalar sistemasiga mos Gamiltonianlar. Zarrachalar soni “spin-bozon” modeli (cheksiz o'lchamli blok operatorli matritsa)dagi kabi cheksiz yoki qir-qilgan “spin-bozon” modeli (chekli o'lchamli blok operatorli matritsa)dagi kabi chekli bo'lishi mumkin. Odatda, yuqorida qayd etib o'tilgan sistemalar qattiq jismlar fizikasi,<sup>2</sup> kvant maydonlar nazariyasi,<sup>3</sup> statistik fizikaning ko'plab masalalarida uchraydi.<sup>4</sup>

Spin-bozon modeli (shartli ravishda) quyidagi ko'rinishda beriladi:

$$A := \varepsilon \sigma_z + \int_{R^d} w(k) a^*(k) a(k) dk + \alpha \sigma_x \int_{R^d} v(k) (a^*(k) + a(k)) dk \quad (1)$$

hamda

$$L := C^2 \otimes F_b(L_2(R^d)), \quad (2)$$

Gilbert fazosida ta'sir qiladi.  $L$  Gilbert fazosi

$$F = \{f_0^{(s)}, f_1^{(s)}(k_1), f_2^{(s)}(k_1, k_2), \dots, f_n^{(s)}(k_1, \dots, k_n), \dots; s = \pm\}$$

ko'rinishidagi elementlardan tashkil topgan bo'lib, uning komponentalari  $(k_1, \dots, k_n) \in R^d$  o'zgaruvchilari soni o'sib boruvchi va  $s = \pm$  diskret o'zgaruvchilardan bog'liq hamda  $k_i$  o'zgaruvchilarga nis-

<sup>1</sup> C.Tretter. Spectral Theory of Block Operator Matrices and Applications (Imperial College Press, 2008).

<sup>2</sup> A.I.Mogilner. Hamiltonians in solid state physics as multiparticle discrete Schroedinger operators: Problems and results. in Advances in Soviet Mathematics (Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1991), Vol. 5, pp. 139 – 194.

<sup>3</sup> K.O.Friedrichs. Perturbation of spectra in Hilbert space. American Mathematical Society, Providence, R.I., 1965.

<sup>4</sup> V.A.Malishev, R.A.Minlos. Linear infinite-particle operators. Translations of Mathematical Monographs. AMS, Providence, RI, 1995, Vol. 143; R.A.Minlos, H.Spohn. The three-body problem in radioactive decay: The case of one atom and at most two photons. American Mathematical Society Translations-Series 2, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1996, pp. 159 – 193.

batan simmetrik funksiyalardan iborat. Bu yerda  $L_2(R^d)$  orqali  $R^d$  da aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi (umuman olganda, kompleks qiymatli) funksiyalarning Gilbert fazosi,  $F_b(L_2(R^d))$  orqali  $L_2(R^d)$  fazo ustiga qurilgan standart bozonli Fok fazosi, ya'ni

$$F_b(L_2(R^d)) := C \oplus L_2(R^d) \oplus L_2^{\text{sym}}((R^d)^2) \oplus \dots,$$

$L_2^{\text{sym}}((R^d)^n)$  sifatida  $(R^d)^n$ ,  $n \geq 2$  da aniqlangan  $n$  o'zgaruvchili kvadrati bilan integrallanuvchi sim-metrik funksiyalarning Gilbert fazosi belgilangan.

(1) formulada  $a^*(k)$  va  $a(k)$  operatorlar paydo qilish va yo'qotish operatorlari,  $\varepsilon > 0$ , va

$$\sigma_z := \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad \sigma_x := \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} -$$

Pauli matritsalarini,  $w(k)$  ( $k$  momentli foton energiyasi) hamda  $v(\cdot) - R^d$  da aniqlangan haqiqiy qiymatli funksiyalar va  $\alpha > 0$  – "ta'sirlashish parametri".

Odatdagi spin-bozon modelining spektral xossalarini o'rganish masalasi yetarlicha qiyin hisoblanadi. Shu sababli tabiiy ravishda uning qirqilgan spin-bozon modellari o'rganiladi. Qirqilgan spin-bozon model odatdagi spin-bozon modelidan fotonlar soni chegaralangan va biror  $m$  natural sonidan oshmasligi bilan farqlanadi. Shunday qilib, ko'pi bilan  $m$  ta fotonli spin-bozon modeli  $L_m := C^2 \otimes F_b^{(m)}(L_2(R^d))$  fazoda  $A_m := P_{L_m} A P_{L_m}$  kabi aniqlanadi, bu yerda:

$$F_b^{(1)}(L_2(R^d)) := C \oplus L_2(R^d);$$

$$F_b^{(m)}(L_2(R^d)) := C \oplus L_2(R^d) \oplus L_2^{\text{sym}}((R^d)^2) \oplus \dots \oplus L_2^{\text{sym}}((R^d)^m), \quad m \geq 2;$$

$P_{L_m}$  orqali  $L$  ni  $L_m$  ga ortogonal proyeksiyalovchi operator belgilanadi.

Maqolada uzluksiz holda ko'pi bilan uchta fotonli hol ( $m = 3$ ) sochilishlar nazariyasidan foydalalanib o'rganilgan. Xususan, to'liq operatorlarning mavjudligi va ularning asimptotik to'liqligi haqidagi natija matematik nuqtayi nazardan qat'iy isbotlangan. Bunda rezolventa operatorini batafsil tahlil qilish muhim ahamiyat kasb etadi. Shuni alohida ta'kidlab o'tish joizki, maqolalarda  $\alpha$  ta'sirlashish parametriga qo'yilgan yetarlicha kichiklik sharti muhimdir.<sup>1</sup>

**3. Panjaradagi spin-bozon modeli va qirqilgan modellar.** Panjaradagi spin-bozon modeli ham standart spin-bozon modeli kabi (1) ko'rinishida bo'lib, u  $R^d$  da emas, balki  $d$  – o'lchamli  $T^d$  torda aniqlangan bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, algebraik nuqtayi nazardan panjaradagi spin-bozon modelini kiritish uchun (1) va (2) ifodalarda  $R^d$  ni  $T^d$  ga almashtirish yetarli.

Ushbu maqolada, asosan,  $m = 3$  bo'lgan hol tahlil qilinsa-da,  $m = 1, 2$  holda olingan natijalar haqida ham ma'lumot keltirilgan.

$m = 1, 2, 3$  uchun  $L_m$  Gilbert fazosida ta'sir qiluvchi  $A_m = P_{L_m} A P_{L_m}$  operator quyidagi  $(m+1) \times (m+1)$  – uch diagonal operatorli matritsa ko'rinishida tasvirlanadi:

$$A_1 := \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} \\ A_{01}^* & A_{11} \end{pmatrix}, \quad A_2 := \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} & 0 \\ A_{01}^* & A_{11} & A_{12} \\ 0 & A_{12}^* & A_{22} \end{pmatrix}, \quad A_3 := \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} & 0 & 0 \\ A_{01}^* & A_{11} & A_{12} & 0 \\ 0 & A_{12}^* & A_{22} & A_{23} \\ 0 & 0 & A_{23}^* & A_{33} \end{pmatrix},$$

matritsaviy elementlar quyidagi tengliklar bilan aniqlangan:

$$A_{00} f_0^{(s)} = s \varepsilon f_0^{(s)}, \quad A_{01} f_1^{(s)} = \alpha \int_{T^d} v(t) f_1^{(-s)}(t) dt,$$

<sup>1</sup> R.A.Minlos, H.Spohn. The three-body problem in radioactive decay. The case of one atom and at most two photons. American Mathematical Society Translations-Series 2, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1996, pp. 159–193; H.Spohn. Ground states of the spin-boson Hamiltonian. Comm. Math. Phys., 123 (1989), pp. 277–304; Y.Zhukov, R.Minlos. Spectrum and scattering in a spin-boson model with not more than three photons. Theor. Math. Phys. 103, (1995), pp. 398 – 411.

$$\begin{aligned}
(A_{11}f_1^{(s)})(k_1) &= (s\varepsilon + w(k_1))f_1^{(s)}(k_1), & (A_{12}f_2^{(s)})(k_1) &= \alpha \int_{T^d} v(t) f_2^{(-s)}(k_1, t) dt, \\
(A_{22}f_2^{(s)})(k_1, k_2) &= (s\varepsilon + w(k_1) + w(k_2))f_2^{(s)}(k_1, k_2), \\
(A_{23}f_3^{(s)})(k_1, k_2) &= \alpha \int_{T^d} v(t) f_3^{(-s)}(k_1, k_2, t) dt, \\
(A_{33}f_3^{(s)})(k_1, k_2, k_3) &= (s\varepsilon + w(k_1) + w(k_2) + w(k_3))f_3^{(s)}(k_1, k_2, k_3).
\end{aligned}$$

Bu yerda  $\{f_0^{(s)}, f_1^{(s)}, s = \pm\} \in L_1$ ,  $\{f_0^{(s)}, f_1^{(s)}, f_2^{(s)}, s = \pm\} \in L_2$ ,  $\{f_0^{(s)}, f_1^{(s)}, f_2^{(s)}, f_3^{(s)}, s = \pm\} \in L_3$ ;  $A_{ij}^*$ ,  $i < j$  operator  $A_{ij}$  operatorga qo'shma operator. Parametrlarga qo'yilgan shartlar:  $\varepsilon > 0$ ;  $v(\cdot)$  va  $w(\cdot)$ lar  $T^d$  da aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiyalar,  $\alpha > 0$  esa ta'sirlashish parametri deb ataluvchi haqiqiy musbat son.

$A_3$  panjaraviy model chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator bo'lsa-da, uning xususiyatlari uzluksiz (standart) holdan tubdan farq qiladi. Ta'kidlash joizki, uzluksiz va  $m=2$  holda muhim spektrning ikki zarrachali va uch zarrachali tarmoqlari  $[\kappa, \infty)$ ,  $\kappa < 0$  yarim intervaldan iborat bo'ladi hamda ular o'zaro kesishadi. Natijada ([5]ga qarang), bu modelning muhim spektrini tahlil qilish uchun  $m=1$  bo'lgan holda, uning xos qiymatlarini aniqlash yetarli. Panjaraviy holda esa muhim spektrning ikki zarrachali va uch zarrachali tarmoqlari chegaralangan kesmalar yoki bunday kesmalar birlashmasidan iborat bo'ladi hamda ular o'zaro kesishmasligi ham mumkin. Bunday holda muhim spektrda bo'shliq (lakuna) hosil bo'ladi.

Ta'kidlash joizki,  $A_2$  operatorning qator spektral xossalari ishlarda o'rganilgan.<sup>1</sup> Xususan, ishda  $A_2$  operator muhim spektrining joylashuv o'rni (isbotsiz) o'rganilgan va  $d=1$  bo'lganda, muhim spektrning quyi chegarasi uchun baholashlar olingan. Ishda esa tor o'lchami  $d \in \mathbb{N}$  va ta'sirlashish parametri  $\alpha > 0$  ning barcha qiymatlarida  $A_2$  operator muhim spektrining tuzilishi (muhim spektrni tashkil qiluvchi kesmalarning o'zaro joylashuvi) to'liq o'rganilgan.<sup>2</sup> Shu bilan bir qatorda,  $A_1$  operator  $\alpha > 0$  parametrning barcha qiymatlarida muhim spektrdan chapda yotuvchi kamida bitta xos qiymatga ega ekanligi isbotlangan.  $A_1$  operator muhim spektri ichida yotuvchi xos qiymatga ega bo'lish shartlari topilgan.

Faraz qilaylik,  $m=1, 2, 3$  bo'lsin.  $A_m$  operatorning spektral xossalari o'rganish uchun  $F_b^{(m)}(L_2(T^d))$  fazoda aniqlangan quyidagi  $(m+1)$ -tartibli diskret parametrli blok operatorli matritsalarini qaraymiz:

$$A_1^{(s)} := \begin{pmatrix} \hat{A}_{00}^{(s)} & \hat{A}_{01} \\ \hat{A}_{01}^* & \hat{A}_{11}^{(s)} \end{pmatrix}, \quad A_2^{(s)} := \begin{pmatrix} \hat{A}_{00}^{(s)} & \hat{A}_{01} & 0 \\ \hat{A}_{01}^* & \hat{A}_{11}^{(s)} & \hat{A}_{12} \\ 0 & \hat{A}_{12}^* & \hat{A}_{22}^{(s)} \end{pmatrix}, \quad A_3^{(s)} := \begin{pmatrix} \hat{A}_{00}^{(s)} & \hat{A}_{01} & 0 & 0 \\ \hat{A}_{01}^* & \hat{A}_{11}^{(s)} & \hat{A}_{12} & 0 \\ 0 & \hat{A}_{12}^* & \hat{A}_{22}^{(s)} & \hat{A}_{23} \\ 0 & 0 & \hat{A}_{23}^* & \hat{A}_{33}^{(s)} \end{pmatrix}.$$

Uning matritsaviy elementlari quyidagi qoidalar yordamida berilgan:

$$\begin{aligned}
\hat{A}_{00}^{(s)} f_0 &= s\varepsilon f_0, & \hat{A}_{01} f_1 &= \alpha \int_{T^d} v(t) f_1(t) dt, \\
(\hat{A}_{11}^{(s)} f_1)(k_1) &= (-s\varepsilon + w(k_1))f_1(k_1), & (\hat{A}_{12} f_2)(k_1) &= \alpha \int_{T^d} v(t) f_2(k_1, t) dt, \\
(\hat{A}_{22}^{(s)} f_2)(k_1, k_2) &= (s\varepsilon + w(k_1) + w(k_2))f_2(k_1, k_2), & (\hat{A}_{23} f_3)(k_1, k_2) &= \alpha \int_{T^d} v(t) f_3(k_1, k_2, t) dt, \\
(\hat{A}_{33}^{(s)} f_3)(k_1, k_2, k_3) &= (-s\varepsilon + w(k_1) + w(k_2) + w(k_3))f_3(k_1, k_2, k_3),
\end{aligned}$$

<sup>1</sup> S.Albeverio, S.N.Lakaev, T.H.Rasulov. On the Spectrum of an Hamiltonian in Fock Space. Discrete Spectrum Asymptotics. J. Stat. Phys. 127, (2007), № 2, pp. 191 – 220; T.Kh.Rasulov. On the Structure of the Essential Spectrum of a Model Many-Body Hamiltonian. Math. Notes. 83 (2008), № 1, pp. 80 – 87.

<sup>2</sup>T.Kh.Rasulov. On the Structure of the Essential Spectrum of a Model Many-Body Hamiltonian. Math. Notes. 83 (2008), №. 1, pp. 80 – 87.

$$(f_0, f_1) \in F_b^{(1)}(L_2(T^d)), \quad (f_0, f_1, f_2) \in F_b^{(2)}(L_2(T^d)), \quad (f_0, f_1, f_2, f_3) \in F_b^{(3)}(L_2(T^d)).$$

Tegishli fazolardagi skalar ko'paytmalar va qo'shma operator ta'rifidan foydalanib,

$$(\hat{A}_{01}^* f_0)(k_1) = \alpha v(k_1) f_0, \quad (\hat{A}_{12}^* f_1)(k_1, k_2) = \alpha(v(k_1) f_1(k_2) + v(k_2) f_1(k_1)),$$

$$(\hat{A}_{23}^* f_2)(k_1, k_2, k_3) = \alpha(v(k_1) f_2(k_2, k_3) + v(k_2) f_2(k_1, k_3) + v(k_3) f_2(k_1, k_2))$$

tengliklarni hosil qilamiz.

Zamonaviy matematik fizikada  $\hat{A}_{01}$ ,  $\hat{A}_{12}$  va  $\hat{A}_{23}$  operatorlar yo'qotish operatorlari,  $\hat{A}_{01}^*$ ,  $\hat{A}_{12}^*$  va  $\hat{A}_{23}^*$  operatorlar esa paydo qilish operatorlari deb ataladi.

$A_m^{(s)}$ ,  $m=1,2$  model operatorning analogi ko'plab ishlarda o'rganilgan (masalan, [17,18,19]) bo'lsa-da, bu operatorlarning aynan yuqoridagi kabi aniqlanishi  $A_2$  operatorning muhim spektri haqida yanada aniqroq tasdiqlarni olish imkonini beradi.

**4.  $A_3$  operatorning spektri.** Quyida biz o'rinlashtirish operatorini qo'llagan holda,  $A_3$  operatorning spektrini o'rganish masalasini birmuncha soddaroq ko'rinishga ega bo'lgan  $A_3^{(s)}$ ,  $s = \pm$  operatorlarning spektrini o'rganish masalasiga olib kelamiz.

$A_3$  va  $A_3^{(s)}$ ,  $s = \pm$  operatorlarning spektrlari orasidagi bog'lanishni keltiramiz.

**1-tasdiq.**  $A_3$  va  $A_3^{(s)}$ ,  $s = \pm$  operatorlarning spektri uchun

$$\sigma(A_3) = \sigma(A_3^{(+)}) \cup \sigma(A_3^{(-)})$$

tenglik o'rinli bo'ladi. Bundan tashqari, ularning muhim va nuqtali spektrlari o'zaro

$$\sigma_{\text{ess}}(A_3) = \sigma_{\text{ess}}(A_3^{(+)}) \cup \sigma_{\text{ess}}(A_3^{(-)}),$$

$$\sigma_p(A_3) = \sigma_p(A_3^{(+)}) \cup \sigma_p(A_3^{(-)})$$

tengliklar yordamida bog'langan bo'ladi.

*Isbot.* Quyidagi o'rinlashtirish operatorini kiritamiz:

$$\Phi_3 : L_3 \rightarrow F_b^{(3)}(L_2(T^d)) \oplus F_b^{(3)}(L_2(T^d)),$$

$$\Phi_3 : (f_0^{(+)}, f_0^{(-)}, f_1^{(+)}, f_1^{(-)}, f_2^{(+)}, f_2^{(-)}, f_3^{(+)}, f_3^{(-)}) \rightarrow (f_0^{(+)}, f_1^{(-)}, f_2^{(+)}, f_3^{(-)}, f_0^{(-)}, f_1^{(+)}, f_2^{(-)}, f_3^{(+)}).$$

Aniqlanishiga ko'ra,  $\Phi_3$  – unitar operator bo'lib,

$$\Phi_3^{-1} : F_b^{(3)}(L_2(T^d)) \oplus F_b^{(3)}(L_2(T^d)) \rightarrow L_3,$$

$$\Phi_3^{-1} : (\varphi, \varphi') \rightarrow (\varphi_0, \varphi_0', \varphi_1, \varphi_1', \varphi_2, \varphi_2', \varphi_3, \varphi_3'),$$

$$\varphi = (\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3), \varphi' = (\varphi_0', \varphi_1', \varphi_2', \varphi_3') \in F_b^{(3)}(L_2(T^d))$$

munosabatlar o'rinli bo'ladi. U holda  $A_3$ ,  $A_3^{(s)}$  va  $\Phi_3$  operatorlarning aniqlanishiga ko'ra,  $\Phi_3 A_3 \Phi_3^{-1} = \text{diag}\{A_3^{(+)}, A_3^{(-)}\}$  tenglik o'rinli bo'ladi.  $A_3$  va  $\text{diag}\{A_3^{(+)}, A_3^{(-)}\}$  operatorlarning unitar ekvivalentligidan tasdiqda keltirilgan  $A_3$  va  $A_3^{(s)}$  operatorlarning spektrlari, muhim spektrlari va nuqtali spektrlari orasidagi bog'lanishlarni hosil qilamiz. Tasdiq to'liq isbotlandi.

$\sigma_{\text{disc}}(A_3^{(s)})$  to'plamning bir qismi  $\sigma_{\text{disc}}(A_3^{(s)})$  to'plamda yotishi mumkinligini inobatga olib,  $A_3$  operatorning diskret spektri uchun

$$\sigma_{\text{disc}}(A_3) \subseteq \sigma_{\text{disc}}(A_3^{(+)}) \cup \sigma_{\text{disc}}(A_3^{(-)}), \quad (3)$$

$$\sigma_{\text{disc}}(A_3) = \{\sigma_{\text{disc}}(A_3^{(+)}) \cup \sigma_{\text{disc}}(A_3^{(-)})\} \setminus \sigma_{\text{ess}}(A_3). \quad (4)$$

munosabatlarga ega bo'lamiz.

Yana ham aniqroq aytganda,

$$\sigma_{\text{disc}}(A_3) = \bigcup_{s=\pm} \{\sigma_{\text{disc}}(A_3^{(s)}) \setminus \sigma_{\text{ess}}(A_3^{(-s)})\}$$

tenglik o'rinlidir.

Ko'rish mumkinki,  $s = \pm$  uchun  $A_3^{(s)}$  operator  $A_3$  operatorga nisbatan soddaroq ko'rinishga ega bo'lganligi sababli, 1-tasdiq va (3), (4) munosabatlar  $A_m$  operator spektrini o'rganishda muhim ahamiyatga ega.

Endi  $A_3$  operatorning spektral xossalarini o'rganishda muhim ahamiyatga ega bo'lgan  $F_b^{(3)}(L_2(T^d))$  Gilbert fazosida ta'sir qiluvchi  $4 \times 4$  – blok operatorli matritsani qaraymiz:

$$H_3 := \begin{pmatrix} H_{00} & H_{01} & 0 & 0 \\ H_{01}^* & H_{11} & H_{12} & 0 \\ 0 & H_{12}^* & H_{22} & H_{23} \\ 0 & 0 & H_{23}^* & H_{33} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Uning matritsaviy elementlari

$$H_{00}f_0 = w_0f_0, \quad H_{01}f_1 = \int_{T^d} v_0(t)f_1(t)dt,$$

$$(H_{11}f_1)(k_1) = w_1(k_1)f_1(k_1), \quad (H_{12}f_2)(k_1) = \int_{T^d} v_1(t)f_2(k_1, t)dt,$$

$$(H_{22}f_2)(k_1, k_2) = w_2(k_1, k_2)f_2(k_1, k_2), \quad (H_{23}f_3)(k_1, k_2) = \int_{T^d} v_2(t)f_3(k_1, k_2, t)dt,$$

$$(H_{33}f_3)(k_1, k_2, k_3) = w_3(k_1, k_2, k_3)f_3(k_1, k_2, k_3), \quad (f_0, f_1, f_2, f_3) \in F_b^{(3)}(L_2(T^d))$$

tengliklar bilan berilgan. Bu yerda  $w_0$  – fiksirlangan haqiqiy son,  $v_0(\cdot)$ ,  $v_1(\cdot)$ ,  $v_2(\cdot)$  va  $w_1(\cdot)$  funksiyalar  $T^d$  da aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiyalar,  $w_2(\cdot, \cdot) - (T^d)^3$  da aniqlangan haqiqiy qiymatli simmetrik uzluksiz funksiya,  $w_3(\cdot, \cdot, \cdot)$  esa  $(T^d)^3$  da aniqlangan haqiqiy qiymatli, uzluksiz, simmetrik funksiya. Bunda simmetriklik deganda har qanday ikkita  $k_\alpha$  va  $k_\beta$  ( $\alpha, \beta \in \{1, 2, 3\}$ ,  $\alpha \neq \beta$ ) o'zgaruvchilariga nisbatan simmetrik bo'lgan funksiya tushuniladi:

$$w(k_1, k_2, k_3) = w(k_2, k_1, k_3) = w(k_1, k_3, k_2) = w(k_3, k_2, k_1).$$

$H_3$  operator  $F_b^{(3)}(L_2(T^d))$  Gilbert fazosida chiziqli, chegaralanagan va o'z-o'ziga qo'shma operator.

Agar  $H_3$  model operatorning  $w_0$ ,  $v_0(\cdot)$ ,  $v_1(\cdot)$ ,  $v_2(\cdot)$ ,  $w_1(\cdot)$ ,  $w_2(\cdot, \cdot)$  va  $w_3(\cdot, \cdot, \cdot)$  paramertlari  $w_0 = s\varepsilon$ ,  $v_0(k_1) = v_1(k_1) = \alpha v(k_1)$ ,  $w_1(k_1) = -s\varepsilon + w(p)$ ,  $w_2(k_1, k_2) = s\varepsilon + w(k_1) + w(k_2)$ ,

$$w_3(k_1, k_2, k_3) = -s\varepsilon + w(k_1) + w(k_2) + w(k_3)$$

kabi aniqlangan bo'lsa, u holda  $A_3^{(s)}$  operatorli matritsani hosil qilamiz. Shunday qilib, 1-tasdiqqa ko'ra, panjaradagi ko'pi bilan uchta fotonli spin-bozon modelining muhim spektri, nuqtali spektri va diskret spektri (3) ko'rinishdagi  $H_3$  operator uchun spektral ma'lumotlardan foydalangan holda aniqlanar ekan. Chunki  $A_3$  operator  $8 \times 8$  blok operatorli matritsa bo'lsa-da, uni diagonal elementlari  $H_3$  ning yuqorida qayd qilingan ikki turdagi xususiy hollari bo'lgan  $2 \times 2$  diagonal operatorli matritsa ko'rinishida tasvirlash mumkin.

**Матякубов Зокир Кадамович, Курязов Достонбек Баходирович (Хорезмская академия Маъмуна, Ургенчский государственный университет; [zokirbekmatyakubov@gmail.com](mailto:zokirbekmatyakubov@gmail.com))**

**ГРАНИЧНАЯ ТЕОРЕМА МОРЕРА ДЛЯ МАТРИЧНОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ ЗИГЕЛЯ**

*Аннотация. Ко'p o'lchovli kompleks analizning dolzarb masalalaridan biri bu funksiyani soha chegarasidan ichkariga golomorf davom ettirish masalasi hisoblanadi. Shuning uchun ko'plab mutaxassislarning qiziqishi Morera teoremasining ko'p o'lchovli analoglarini isbotlashga qaratilgan. Ushbu maqolada kososimmetrik matritsalar uchun birinchi tip Zigel sohasida chegaraviy Morera teoremasi isbotlangan.*



## MUNDARIJA

### O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI KONSTITUTSIYASI – UMUMXALQ MUHOKAMASIDA

Олламов Яраш. “Янги ўзбекистон – ижтимоий давлат“ тамойилини ҳаётга татбиқ этиш – инсон қадрини таъминлашнинг энг муҳим ва зарурий шарты.....3

### FIZIKA-MATEMATIKA

Ochilov Zarifjon Xusanovich. Maxsus ko‘rinishdagi vazn funksiyali integral geometriya masalasi yechimini yagonaligi.....8	8
Nematov Baxron, Bisenova Bakit Tobakabulovna, Kuralova Gulnaz Jaksilik qizi. Sistemalarning erkin tebranishlari.....13	13
Gulyamov Gafur, Majidova Gulnoza, Muxitdinova Feruza Rustam qizi, Mamarizayeva Surayo Odiljon qizi. P N O‘tishli diodning volt-amper xarakteristikasiga magnit maydon va yorug‘likning ta‘siri.....17	17
Гафур Гулямов, Мухаммаджон Дадамирзаев Гуломқодирович, Мамура Косимова Одилжоновна, Хуснида Абдувахобова Абдухошим қизи. Кучли электромагнит майдонидаги $p$ - $n$ ўтиш ваҳси но-идеаллик коэффициентлари ўзгаришининг дифференциал қаршилиги ва диффузион сигимиға таъсири.....20	20
Райимов Дониёр Гафурович. Эркинлик даражаси чекли қовушоқ-эластик механик системанинг эркин тебраниши.....26	26
Ismailov Islombek, Karimov Hikmatjon, Amanbayev Norbek, Fayzullayev Bexzod. Blok matritsalar.....31	31
Kulmuratov Nurullo Raximovich, Ishmamatov Matlab Raxmatovich, Axmedov Nasriddin Baxodirovich. Chuqur ko‘milmagan tunnelga seysmik to‘lqin ta‘siri.....38	38
Rasulov To‘lqin Husenovich, Dilmurodov Elyor Baxtiyorovich. Panjaradagi ko‘pi bilan uchta fotonli spinbozon modelining spektri haqida.....41	41
Матякубов Зокир Кадамович, Курязов Достонбек Баходирович. Граничная теорема морера для матричной полуплоскости зигеля.....45	45
Абдиқадиров Султанбай Мамутович. Об аналоге теоремы бланшета для $\alpha$ – субгармонических функций.....53	53

### FALSAFA

Teshaboyev Muhiddinjon. Jamiyatda ijtimoiy adolatni ta‘minlash mexanizmlari va prinsipial masalalari.....59	59
Qulmatov Primqul Meliqo‘ziyevich. XVI asr ijtimoiy-falsafiy taraqqiyotida Muhammad Shayboniyxon ilmiy-ijodiy faoliyatining ahamiyati.....62	62
Юлдашев Фахриддин Абдуваситович. Форобий фалсафасида инсон баркамоллиги ва ахлоқий қадриятлар масаласи.....66	66
Abdullayev Madamin Saotboyevich. Maxtumquli Firog‘iyning pand-nasihatlarida axloqiy kamolot masalalari.....69	69

### TILSHUNOSLIK

Shukurov Otabek Ulashevich. Atama neologizmlarning shakllanish xususiyatlari.....73	73
Худайберганова Назокат Рахимовна, Худойберганова Гуласал Фахриддин қизи. Луғатларда маъно муаммоси.....78	78
Allaberganova Dilbarjon Atabekovna. Omon Matjon she‘riyati tilida dialektizmlarning qo‘llanish xususiyatlari haqida.....81	81
Nizomiddinova Dildora Nosirovna. «Boburnoma»da toponimlar talqini.....84	84

### ADABIYOTSHUNOSLIK

Қурбонова Шахло Шухратовна. Жорж Оруэлл ижодининг жаҳон ва ўзбек адабиётига таъсири.....88	88
Бердиева Зебо Ураловна. Лирик тасвир ва ифодада метонимик кўчимнинг кўринишлари.....94	94
Хамраханова Nasiba. Ingliz bolalar adabiyotining rivojlanish bosqichlari.....98	98
Asatjanova Iroda Maqsudbek qizi. Oydin Hojiyeva she‘riyatida vatan mavzusi talqini.....101	101
Kurbanova Saida. To‘ra Sulaymon she‘riyatida metafora va metaforiklik.....103	103

## PEDAGOGIKA

<b>Жуманазаров Умурзоқ.</b> Истиклол даврида халқ дostonларини ўрганишининг педагогик асослари.....	107
<b>Barakayeva Sarvinoz To‘lqunovna.</b> Astronomiyadan “Mars” sayyorasi mavzusini turdosh fanlararo o‘qitish metodikasi.....	111
<b>Azamov Jasurbek Murodovich.</b> Oliy ta’lim boshqaruvi ga innovatsion yondashuvlar va tamoyillarni joriy etish zarurati.....	114
<b>Namozova Dilnoza Berdimurotovna.</b> Zamonaviy pedagogik texnologiyalar yordamida kursantlarining ingliz tili fonetik kompetensiyasini rivojlantirish.....	118
<b>Ramazonov Xusniddin Saidaxmadovich.</b> O‘qitish tizimlarini multimedia ko‘rinishida yaratilishining afzalliklari.....	121
<b>Xalillayeva Go‘zaloy Mo‘minjon qizi, Abdulkarimova Fotima Bahramovna, Rajabova Nilufar Egamberganovna.</b> Matematika o‘rganishda multfilmlarning tutgan o‘rni.....	125
<b>Matkarimov Azamat Farhod o‘g‘li.</b> Ta’lim jarayonining estetik potentsiali va talabalarning ijodiy tajribasini shakllantirish.....	128
<b>Ibadullayeva Nigora Egamberganovna, Ibadullayev Saburjan Egamberganovich.</b> Xorazm kulolchilik va koshinpazlik san’atidagi an’anaviy texnologiyalarning o‘ziga xos uslublari va estetik ta’sirchanligi.....	132
<b>Рашидова Мунаввар Хайдаровна.</b> Технология скаффолдинг и концепция “Зона ближайшего развития” – основные понятия лингвометодической поддержки в обучении курсантов английскому языку.....	135
<b>Исраилова Илона.</b> Требования педагогического эксперимента и его соответствие на примере исследовательской работы по обучению английского языка посредством медиатехнологий.....	139
<b>Arslonbekovna Rano.</b> How Effective are Educational APPS to Learn a Target Language?.....	142
<b>Anvarov Alisher Abdulatifovich.</b> Implementation of European Information Culture in Uzbek Education.....	145
<b>Akmalova Zulfiya.</b> Positive Teacher Language to Support Student Development.....	147
<b>Kayumkhodjaeva Shakhnoza.</b> Methods of Evaluating Language Assessments.....	150

## ILMIY AXBOROT

<b>Назарова Ирода Зайниддиновна.</b> Ўзбек миллий рақс санъатининг назарий-методологик ва тарихий боскичлари.....	153
<b>Allamova Shaxlo To‘rabayevna, Ashirova Anorgul Ismoilovna.</b> Graflar nazariyasi asosida marshrutlarni tahlil qilish algoritmlari tahlili.....	155
<b>Хамдамова Ханифа.</b> “Рустамхон” дostonдаги феъл сўз туркумига хос сўзларнинг метафоралашуви.....	158
<b>Nurmanov Furqat Ismoilovich.</b> Jamiyat taraqqiyotining til sathlariga ta’siri.....	161
<b>Rasulov Normurod Atakulovich.</b> Ingliz va o‘zbek tillarida realising grammatik ko‘rsatkichlari.....	164
<b>Ernazarova Sapura.</b> Berdaqning ma’naviy merosida inson masalasi.....	166
<b>Mahmudov Alisher Yo‘ldoshevich.</b> G.E.Lessing ijodida insonparvarlik va diniy bag‘rikenglik g‘oyalari tahlili.....	170
<b>Кенжаев Аваз Латипович.</b> Об отношении А.Ахматовой к “священному ремеслу”.....	172
<b>Садинава Дилфуза Умировна.</b> Поэтические школы народных сказителей.....	175
<b>Бобоев Улаш Ньматович.</b> Роль монооператоров в формировании синтаксической деривации придаточных предложений времени во французском языке.....	178
<b>Nilufar Sadullaeva Azimovna, Rahimboeva Hulkar Gayratovna.</b> Grammar Induction and the Formation of Combinatory Categorical Grammar through Uzbek Language Sentences.....	180
<b>Aliqulov Abdihakim Ganiyevich.</b> Translation of Jokes from English into Uzbek.....	184
<b>Satullaeva Nargiza Jalgasbaevna.</b> The Category of the Voice in the English and Karakalpak Language.....	187
<b>Samigova Khushnuda Batirovna.</b> The Art of Speaking Efficiently in Dialogues.....	191

## FANIMIZ ZAXMATKASHLARI

<b>Yarmetov Jumanazar, Otajonova Malikabonu.</b> Xorazm viloyatida matematika bo‘yicha fan olimpiadasi rivojlanish tarixida Ro‘zimboy Allaberganovning o‘rni.....	195
---	-----

# “ILM SARCHASHMALARI”

Urganch davlat universitetining ilmiy-nazariy, metodik jurnali

Muharrir **Ro‘zimboy Yo‘ldoshev**  
Texnik muharrir **Sherali Yo‘ldoshev**  
Musahhihlar: **Турьмова Тамара,**  
**Aybek Kalandarov**  
Ushbu songa mas’ul **Yarash Ollamov**

Terishga berildi: 20.07.2022  
Bosishga ruxsat etildi: 30.07.2022.  
Ofset qog‘ozi. Qog‘oz bichimi 60x84 1/8.  
Rizograf bosma usuli. Tayms garniturası.  
Adadi 200. Bahosi kelishilgan narxda.  
Buyurtma №. 30  
Hisob-nashriyot tabag‘i 25  
Shartli bosma tabag‘i 23  
UrDU matbaa bo‘limida chop etildi.

UrDU matbaa bo‘limi matbaa faoliyatini boshlagani  
haqida vakolatli davlat organini xabardor qilish to‘g‘risidagi  
Tasdiqnoma (№3802-835f-ad22-c709-fbd1-1129-1986)  
asosida faoliyat yuritadi.

Manzil: 220110. Urganch shahri, H.Olimjon ko‘chasi, 14-uy.  
Telefon/faks: (0362)-224-66-01;  
e-mail: [ilmsarchashmalari@umail.uz](mailto:ilmsarchashmalari@umail.uz)  
[ilmsarchashmalari@mail.ru](mailto:ilmsarchashmalari@mail.ru)  
Veb-sayt: [www.ilmsarchashmalari.uz](http://www.ilmsarchashmalari.uz)  
Telegram: <https://t.me/ilmsarchashmalari>