

**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.*

10.2022

**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 Muhabbat, pedagogika fanlari doktori (UrDU),
SATIPOV G'oiqnazar, 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 10(184)**

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.**

MUNDARIJA

21-OKTABR – O‘ZBEK TILIGA DAVLAT TILI MAQOMI BERILGAN KUN

G‘ayipov Dilshod. 2020 – 2030-yillarda o‘zbek tilini rivojlantirish va til siyosatini takomillashtirish konsepsiyasi ijrosi: yutuq va kamchiliklar.....3

FIZIKA-MATEMATIKA

Vapayev Murodbek Ergashovich, Davletov Ikram Yusubovich, Boltaev Ganjaboy Sapayevich, Sobirov Bekzod Raxim o‘g‘li. Pikosekund impulsli lazer nurlanishi ta‘sirida aluminiy sirtida hosil bo‘lgan plazmaning optik xususiyatlari.....6

Tosheva Nargiza Ahmedovna. umumlashgan Fridriks modellari oilasining musbatlik shartlari.....11

Latipov Hakimboy Mirzo o‘g‘li. To‘rtinchi tartibli operatorli matritsaning blok elementlari orasida spektral munosabatlar.....15

Alimardon Atamuratov Abdrimovich, Olimboy Allaberganov Rustamovich. $\mathbb{C} \setminus \mathbb{N}$ - Parabolik ko‘pxillikda polinomlar fazosi.....18

Mahkamov Erkin Musurmanovich, Bozorov Jo‘rabek Tog‘aymurotovich. Matritsaviy poliedrda Veyl-Xua Lo-Ken integral formulasi.....21

Rasulov To‘lqin Husenovich, Sharipova Mubina Shodmonovna. Qirqilgan Fok fazosidagi uchinchi tartibli operatorli matritsaga mos kvadratik va kubik sonli tasvirlar.....27

Жўраев Шухрат Исроилевич. Синхронизация движения твердого тела при воздействии вибрационных нагрузок.....31

FALSAFA

Bo‘riyev Mansur. Modernizatsiya haqida g‘oyalar va ularning turlari.....35

Гуламова Мунисхон Махмудовна. Хожа Муҳаммад Порсонинг “Таҳқиқот” асарида инсон тушунчаси ҳақида.....38

Ibragimov Izzatbek. Turkistonda jadidchilik harakati va uning rivojlanish tendensiyalari.....42

Sadanova Dilnoza Alimbayevna. Intellektual boy va sotsiokreativ yangi avlodni tarbiyalash – ma‘naviy-madaniy taraqqiyotning asosi.....45

Матмуратов Азизбек Абдиқаримович. Фаридиддин Аттор яшаган давр: ижтимоий-сиёсий вазият, маънавий-маърифий муҳит.....47

Қаландарова Гавҳар Сулаймоновна. Шахс шаклланишида билимнинг ўрни.....51

TILSHUNOSLIK

Нурманова Дилфуза Абдухамидовна. Содда гапларда мўътадиллашув.....55

Matyakubov Hakimboy. Turli tizimdagi tillar toponimlarini qiyosiy o‘rganishning umumnazariy masalalari.....59

Имянинова Шухратхон Салижановна. Фразеологияни ўрганишнинг назарий аҳамияти.....63

Воситов Валижон Абдувахобович. Инглиз тилида туркизмларнинг фонетик ассимиляциялашуви...66

ADABIYOTSHUNOSLIK

Yangiboyeva Sohiba Ro‘zmat qizi. Diniy-ma‘rifiy motivlarning badiiy sintezi ilmiy muammosining o‘zbek adabiyotshunosligida o‘rganilishi xususida.....70

Мухаммедова Нилуфар Элибоевна. Америка ҳиндулар адабиётида мистик реализм асослари.....72

Данабоев Хуршид Нафасович. Бадий асарларда камбағаллик сабаблари ва ижтимоий оқибатларининг ифодаси хусусида.....75

PEDAGOGIKA

Машарипова Феруза Жуманазаровна. СБИ/STEM технологиялари татбикида аффектив филтер таъсири: интерференция ва транспозиция.....78

Boymirzaev Qobil Karimjonovich. O‘zbekiston yoshlarining mehnat migratsiyasi muammolarini bartaraf etishda ta‘lim tizimining o‘rni va ahamiyati.....81

Yuldashov Qaxramon Kamulovich. Maktab o‘quvchilariga milliy hunarmandchilikni o‘rgatishning pedagogik mexanizmlari.....83

Тураев Хумойиддин Абдуғаффорович. Модулли-компетенциявий ёндашув асосида бўлажак чизмачилик фани ўқитувчиларининг лойиҳалаш компетентлигини ривожлантириш методикаси.....89

Tursunova Gulnoza Qahorovna. Oliy o‘quv yurtlarida kimyoni o‘qitishda kompleksli keys metodining afzalligi.....93

Rahimbayeva Muhabbat Dushamboevna, Maratov Mirjalol Qutliboy o'g'li, Yusupova Iroda Ravshanbekovna. Zamonaviy elektron o'quv resurslarini va aqli ilovalarni ishlab chiqishda sun'iy intellekt tizimlarining imkoniyatlaridan foydalanish.....	96
Rahmanova Gulchehrahon Nematovna. English Medium Instruction in Higher Education in Uzbekistan.....	98
Nizamova Umida Sandjarovna. Improvement of Communicative Competence in Teaching Foreign Language for Professional Purposes.....	101
Uzakova Shakhnoza Beknazarovna. Testing and Evaluation in Elt Methodology.....	104

ILMIY AXBOROT

Xo'jayev Mo'minjon Isoxonovich. XII–XV asr Movarounnahr hukmdorlarining tarixi tadqiqotchilar nighida.....	107
Pulatov Jaxongir Nazirovich. O'zbekistonning barqaror rivojlanish tendensiyalari.....	109
Komilov Ro'zi. Nikohdan tashqari munosabatlarning g'ayrixalqiy sabab va oqibatlarini.....	111
Ёдгоров Жалолиддин Жамолиддинович. Бадий матнда ономотопик сўзлар лингвопоэтикasi.....	113
Yuldashev Otabek Sabirovich. Maqollar va ularning struktur-semantik xususiyatlari tahlili.....	116
Jumaniyozova Nuriya Axmedovna. Yuridik diskursda illokutiv aktning voqelanishi.....	119
Amini Aziz Ahmad. “Devoni lug'otit turk”da dehqonchilikka oid so'zlarning berilishi.....	122
Tursunova Nodirabegim Fayzullo qizi, Abdurazzaqova Sevara. Ingliz va o'zbek tillarida tibbiyot terminologiyasining lingvistik xususiyatlari.....	124
Mamatova Ziyodaxon Ravshanbekovna. Ingliz va o'zbek tillari sintaktik qurilmalarini modal ma'no bilan boyitishning qiyosiy tadqiqi.....	127
Allamberganova Nigora Gulmurzayevna. O'zbek va qoraqalpoq tillaridagi “nutq” ma'noli frazemalarning milliy-madaniy xususiyatlari.....	130
Allaberganova Adolat Atabek qizi. Mutrib Xonaxarobiy she'riyatini lingvopoetik jihatdan tadqiq qilish masalalari.....	135
Xudayberdiyeva Orifa Rustamjon qizi. Shaxsiy yozishmalarda qo'llangan slenglar qo'llanishining gender xususiyatlari.....	137
Jumaqulova Shaxnoza Quadrat qizi. Ingliz tilida “xursandchilik” etimonlariga ega frazeologik birliklar tavsifi.....	141
Tashpulatova Shirina Ziyovuddin qizi. Ingliz va o'zbek tili ruhiy holat fe'llarining izohli lug'atlarda berilishi.....	143
Aytmuratov Axmed. Qoraqalpoq tilshunosligiga raqamli texnologiya terminlarining kirib kelishi.....	148
Раҳимова Меҳрибон Аллаярвна. Мумкинлик модаллигини ифодаловчи “can” va “may” модал феъллари асосий предикатив лексика маъносининг дистрибутив шarti тахлили.....	150
Qodirjonova Iqbola Bahodir qizi. Amerika va o'zbek bolalar adabiyotida “yetim bola” obrazining badiiy talqini.....	153
Ergasheva Durdona Azimdjanoyna. Cho Myonxining “Naktongan” hikoyasida ijtimoiy o'zgarishlarning xalq ruhiyatiga ta'siri masalalari.....	156
Yakubova Maxbubaxon Mamatismailovna. Tarjimada mukammallikka erishish mezonlari.....	161
Джалилова Хуршида. Т.СМОЛЛЕТНИНГ «Хамфри Клинкернинг саёҳати» асарида мавзу ва гоя.....	164
Qurbonova Muhabbat, Xolmo'minova Mahliyo. XX asr o'zbek she'riyatida vatan konsepti.....	167
Qo'ldasheva Maxmuda Nurmatjonovna. Geografik modellashtirish universal ta'lim faoliyatini shakllantirish sharti sifatida.....	171
Yusupova Gulchehra Alisherovna. Koreys va o'zbek tillarida maktub yo'llashga xos so'zlarning qo'llanilishiga doir.....	174
Рузиева Зилола Мустафаевна. Пути передачи смыслового содержания несовершенного вида русского глагола в узбекском языке.....	179
Алимарданова Шахло Ашурмаматовна. Словообразовательная цепочка как комплексная единица русского словообразования.....	184
Жумаева Феруза Рузикуловна. Транспозиция числительного «один» в русском и узбекском языках.....	186
Sharipov Abdulkhakimjon Ziyoiddinovich. Social and Philosophical Analysis of Gender Potential.....	190
Akhrorova Nargiza Rakhmonovna. Characteristics of Connotation Namely Emotional, Evaluative and Expressive Components.....	194

4. Айзенберг Л.А. Формула Карлемана в комплексном анализе. Первые приложения. “Наука”, Новосибирск, 1990, 248 с.

5. Шаймукулов Б.А., Махкамов Э.М. Об одном аналоге интегральной формулы Вейля для полиэдров с не кусочно гладкой границей. Сибирь, “Мат.жур.” 2011, том 52, № 2, с. 476 – 479.

Rasulov To‘lqin Husenovich, Sharipova Mubina Shodmonovna (Buxoro davlat universiteti)
QIRQILGAN FOK FAZOSIDAGI UCHINCHI TARTIBLI OPERATORLI MATRITSAGA MOS
KVADRATIK VA KUBIK SONLI TASVIRLAR

***Annatsiya.** Ushbu maqolada bir o‘lchamli panjarada soni saqlanmaydigan va uchtadan oshmaydigan zarrachalar sistemasiga mos uchinchi tartibli operatorli matritsa o‘rganilgan. Unga mos odatdagi, kvadratik va kubik sonli tasvirlar tadqiq qilingan. Mazkur holda kvadratik sonli tasvir bitta bog‘langan komponentadan iborat ekanligi isbotlangan. Kubik sonli tasvir va Gershgorin teoremasi yordamida operatorli matritsa chegaralari uchun aniq baholashlar olingan.*

***Аннотация.** В данной статье изучена операторная матрица третьего порядка соответствующей системы с несохраняющимся и не более трех частиц на одномерной решетке. Исследованы соответствующие обычные, квадратичные и кубические числовые области значения. В этом случае доказано, что квадратичная числовая область значения состоит из одной связанной компоненты. Получены точные оценки для границ операторной матрицы с использованием кубической числовой области значений и теоремы Гершгорина.*

***Annotation.** In this paper, a third order operator matrix corresponding to a system of non-conserved and at most three particles on a one-dimensional lattice is studied. Corresponding usual, quadratic and cubic numerical ranges are studied. In this case, it is proved that the quadratic numerical range consists of one connected component. Using the cubic numerical range and Gershgorin’s theorem the exact estimates for the bound of the operator matrix are obtained.*

***Kalit so‘zlar:** Fok fazo, operatorli matritsa, kvadratik va kubik sonli tasvirlar, bog‘langan to‘plam, operator chegaralari, spektral munosabatlar.*

***Ключевые слова:** пространство Фока, операторная матрица, квадратичные и кубические числовые области значения, связанная множества, границы оператора, спектральные включения.*

***Key words:** Fock space, operator matrix, quadratic and cubic numerical ranges, connected set, bounds of the operator, spectral inclusions.*

1. Kirish va masalaning qo‘yilishi. Zamonaviy matematik fizikaning ko‘plab sohalarida [1,2,3] d-o‘lchamli R^d Yevklid fazosida yoki d-o‘lchamli Z^d panjaradagi soni saqlanmaydigan zarrachalar cheksiz [4,5] va qirqilgan spin-bozon modelidagi kabi chekli [6,7,8] bo‘lishi mumkin. Birinchi holda mos Gamiltonian cheksiz o‘lchamli operatorli matritsa ko‘rinishida, ikkinchi holda esa chekli o‘lchamli operatorli matritsa ko‘rinishida tasvirlanadi. Ta’kidlash joizki, operatorli matritsa elementlari Banax yoki Gilbert fazosida ta’sir qiluvchi chiziqli operatorlar bo‘lgan matritsa tushuniladi [9].

Ushbu maqolada Fok fazosining \mathcal{H} qirqilgan uch zarrachali qism fazosida ta’sir qiluvchi \mathcal{A} uchinchi tartibli operatorli matritsa qaraladi. Bu operator bir o‘lchamli Z^1 panjaradagi soni saqlanmaydigan va uchtadan oshmaydigan zarrachalar sistemasiga mos keladi. Dastlab, \mathcal{A} operatorli matritsaning sonli tasviri tahlil qilinadi. \mathcal{H} Gilbert fazosi ikkita Gilbert fazolarning to‘g‘ri yig‘indisi kabi tasvirlash hisobidan \mathcal{A} operatorli matritsa ikkinchi tartibli operatorli matritsa ko‘rinishida tasvirlanadi hamda uning kvadratik sonli tasviri o‘rganiladi. Keyingi tadqiqot sifatida \mathcal{A} operatorli matritsaning kubik sonli tasviri tadqiq qilinadi.

T^1 – bir o‘lchamli tor, $\mathcal{H}_0 := \mathbb{C}$ – bir o‘lchamli kompleks fazo, $n = 1, 2$ uchun $\mathcal{H}_n := L_2(T^n)$ – T^n da aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi (umuman olganda, kompleks qiymat qabul qiluvchi) funksiyalarning Gilbert fazosi bo‘lsin. \mathcal{H} orqali $\mathcal{H}_0, \mathcal{H}_1$ va \mathcal{H}_2 fazolarning to‘g‘ri yig‘indisini belgilaymiz, ya’ni $\mathcal{H} := \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1 \oplus \mathcal{H}_2$. Odatda, \mathcal{H} Gilbert fazosiga Fok fazosining qirqilgan uch zarrachali qirqilgan qism fazosi deyiladi.

Operatorlar nazariyasidan yaxshi ma’lumki [9], \mathcal{H} Gilbert fazosida ta’sir qiluvchi har qanday \mathcal{A} chiziqli chegaralangan operator

$$\mathcal{A} := \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} & A_{02} \\ A_{10} & A_{11} & A_{12} \\ A_{20} & A_{21} & A_{33} \end{pmatrix} \quad (1)$$

uchinchi tartibli operatorli matritsa ko‘rinishida tasvirlanadi. Bunda $A_{ij}: \mathcal{H}_j \rightarrow \mathcal{H}_i, i, j = 0, 1, 2$ chiziqli chegaralangan operatorlar. \mathcal{A} operatorli matritsa o‘z-o‘ziga qo‘shma bo‘lishi uchun $A_{ij}^* = A_{ji}, i, j = 0, 1, 2$ shart bajarilishi zarur va yetarlidir, ya’ni

$$\mathcal{A}^* = \mathcal{A} \Leftrightarrow A_{ij}^* = A_{ji}, i, j = 0, 1, 2.$$

Mazkur maqolada (1) formula bilan aniqlangan \mathcal{A} operatorli matritsaning A_{ij} elementlarini quyidagicha aniqlaymiz:

$$A_{00}f_0 = \varepsilon f_0, A_{01}f_1 = \int_T \sin t f_1(t) dt, A_{02} = 0, A_{10} = A_{01}^*;$$

$$(A_{11}f_1)(x) = (\varepsilon + 1 - \cos x)f_1(x), (A_{12}f_2)(x) = \int_T \sin t f_2(x, t) dt;$$

$$A_{20} = 0, A_{21} = A_{12}^*, (A_{22}f_2)(x, y) = (\varepsilon + 2 - \cos x - \cos y)f_2(x, y)$$

Bunda $\varepsilon \in \mathbb{R}; f_i \in \mathcal{H}_i, i = 0, 1, 2$.

Sodda hisoblashlar yordamida

$$(A_{01}^*f_0)(x) = \sin x f_0, f_0 \in \mathcal{H}_0;$$

$$(A_{12}^*f_1)(x, y) = \sin y f_1(x), f_1 \in \mathcal{H}_1$$

ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin.

Elementlari yuqoridagi kabi aniqlangan \mathcal{A} operatorli matritsa \mathcal{H} Gilbert fazosida chiziqli, chegaralangan va o‘z-o‘ziga qo‘shma operator bo‘ladi.

2. \mathcal{A} operatorli matritsaning sonli tasviri. Ta’rifga ko‘ra, \mathcal{A} operatorli matritsaning sonli tasviri

$$W(\mathcal{A}) := \{(Af, f): f \in \mathcal{H}, \|f\| = 1\}$$

tenglik yordamida aniqlanadi. Bu yerda

$$\|f\| := \left(|f_0|^2 + \int_T |f_1(t)|^2 dt + \int_{T^2} |f_2(s, t)|^2 ds dt \right)^{\frac{1}{2}}.$$

\mathcal{A} chiziqli chegaralangan operator bo‘lganligi bois

$$W(\mathcal{A}) \subset \{\lambda \in \mathbb{C}: |\lambda| \leq \|\mathcal{A}\|\}$$

munosabat o‘rinli. Ikkinchi tomondan, \mathcal{A} o‘z-o‘ziga qo‘shma operatorli matritsa ekanligidan $W(\mathcal{A}) \subset \mathbb{R}$ ekanligi kelib chiqadi. Oxirgi ikkita tasdiqdan xulosa sifatida $W(\mathcal{A}) \subset [-\|\mathcal{A}\|; \|\mathcal{A}\|]$ ni hosil qilamiz. Spektral munosabatlar deb ataluvchi xossaga ko‘ra, \mathcal{A} operatorli matritsaning $\sigma_p(\mathcal{A})$ nuqtali spektri va $\sigma(\mathcal{A})$ spektri uchun $\sigma_p(\mathcal{A}) \subset W(\mathcal{A}), \sigma(\mathcal{A}) \subset \overline{W(\mathcal{A})}$ munosabatlar bajariladi.

\mathcal{A} operatorli matritsaning quyi va yuqori chegaralari deb ataluvchi miqdorlarni kiritamiz:

$$m_{\mathcal{A}} := \inf_{\|f\|=1} (\mathcal{A}f, f), M_{\mathcal{A}} := \sup_{\|f\|=1} (\mathcal{A}f, f).$$

U holda $\overline{W(\mathcal{A})} = [m_{\mathcal{A}}; M_{\mathcal{A}}]$ tenglik o‘rinli bo‘ladi. Xususan, agar $m_{\mathcal{A}}, M_{\mathcal{A}} \in \sigma_p(\mathcal{A})$ bo‘lsa, ya’ni, shunday $f, g \in \mathcal{H}, \|f\| = 1, \|g\| = 1$ elementlar topilib, $\mathcal{A}f = m_{\mathcal{A}}f$ va $\mathcal{A}g = M_{\mathcal{A}}g$ tengliklar o‘rinli bo‘lsa, u holda $W(\mathcal{A}) = [m_{\mathcal{A}}; M_{\mathcal{A}}]$ tenglik bajariladi.

Ko‘rinib turibdiki, sonli tasvir tushunchasi \mathcal{A} operatorli matritsa spektrining joylashuv o‘rnini aniqlashda muhim hisoblanadi. Bu tushuncha birinchi marotaba 1918-yilda O.Tyoplits tomonidan [10] ishda matritsalar uchun kiritilgan va matritsaning sonli tasviri uning barcha xos qiymatlarini saqlashi hamda uning chegarasi qavariq chiziq bo‘lishi isbotlangan. 1919-yilda F.Hausdorff o‘zining [11] ishida sonli tasvir qavariq to‘plam bo‘lishini isbotlagan. Keyinchalik, 1929-yilda A.Wintner [12] ishda bu xos-salar chiziqli chegaralangan operatorlar uchun ham bajarilishini va bunday operator spektri sonli tasvir yopig‘ida yotishi isbotlangan.

3. \mathcal{A} operatorli matritsaga mos kvadratik sonli tasvir. Sonli tasvirning qavariqlik xossasi muhim xossa bo‘lsa-da, ayrim hollarda, sonli tasvir operatorning spektrini yetarli darajada tavsiflab bera olmaydi. Masalan, operatorning spektri ikkita kesishmaydigan to‘plamlar birlashmasidan iborat bo‘lgan holda shunday holat yuz beradi. Bunday hollarda foydalanish uchun qulay bo‘lgan kvadratik sonli tasvir tushunchasini kiritamiz.

Faraz qilaylik, $\widehat{\mathcal{H}}_1 := \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1, \widehat{\mathcal{H}}_2 := \mathcal{H}_2$ bo‘lsin. U holda $\mathcal{H} = \widehat{\mathcal{H}}_1 \oplus \widehat{\mathcal{H}}_2$ bo‘ladi hamda bu yoyilmaga nisbatan \mathcal{A} operatorli matritsa

$$\mathcal{A} = \begin{pmatrix} \widehat{A}_{11} & \widehat{A}_{12} \\ \widehat{A}_{12}^* & \widehat{A}_{22} \end{pmatrix}$$

kabi ikkinchi tartibli operatorli matritsa ko‘rinishida tasvirlanadi. Bunda

$$\begin{aligned} \widehat{A}_{11}: \widehat{\mathcal{H}}_1 &\rightarrow \widehat{\mathcal{H}}_1, & \widehat{A}_{11} &:= \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} \\ A_{01}^* & A_{11} \end{pmatrix}; \\ \widehat{A}_{12}: \widehat{\mathcal{H}}_2 &\rightarrow \widehat{\mathcal{H}}_1, & \widehat{A}_{12} &:= \begin{pmatrix} 0 \\ A_{12} \end{pmatrix}; \\ \widehat{A}_{12}^*: \widehat{\mathcal{H}}_1 &\rightarrow \widehat{\mathcal{H}}_2, & \widehat{A}_{12}^* &:= (0 \quad A_{12}^*); \\ \widehat{A}_{22}: \widehat{\mathcal{H}}_2 &\rightarrow \widehat{\mathcal{H}}_2, & \widehat{A}_{22} &:= A_{22}. \end{aligned}$$

Ushbu

$$\mathcal{A}_{\widehat{f}_1, \widehat{f}_2} := \begin{pmatrix} (\widehat{A}_{11}\widehat{f}_1, \widehat{f}_1) & (\widehat{A}_{12}\widehat{f}_2, \widehat{f}_1) \\ (\widehat{A}_{12}^*\widehat{f}_1, \widehat{f}_2) & (\widehat{A}_{22}\widehat{f}_2, \widehat{f}_2) \end{pmatrix}, \quad \widehat{f}_1 \in \widehat{\mathcal{H}}_1, \quad \widehat{f}_2 \in \widehat{\mathcal{H}}_2, \quad \|\widehat{f}_1\| = \|\widehat{f}_2\| = 1$$

matritsa xos qiymatlari to‘plamiga \mathcal{A} operatorli matritsaning $\mathcal{H} = \widehat{\mathcal{H}}_1 \oplus \widehat{\mathcal{H}}_2$ yoyilmaga nisbatan kvadratik sonli tasviri deyiladi va $W^2(\mathcal{A})$ kabi belgilanadi:

$$W^2(\mathcal{A}) = \bigcup_{\|\widehat{f}_1\|=\|\widehat{f}_2\|=1} \sigma_p(\mathcal{A}_{\widehat{f}_1, \widehat{f}_2}).$$

Ta’kidlash joizki, \mathcal{H} Gilbert fazosining $\mathcal{H} = \widehat{\mathcal{H}}_1 \oplus \widehat{\mathcal{H}}_2$ va $\mathcal{H} = \widetilde{\mathcal{H}}_1 \oplus \widetilde{\mathcal{H}}_2, \widetilde{\mathcal{H}}_1 := \mathcal{H}_0, \widetilde{\mathcal{H}}_2 = \mathcal{H}_1 \oplus \mathcal{H}_2$ yoyilmalariga mos kvadratik sonli tasvirlar turlicha bo‘lishi mumkin. Kvadratik sonli tasvir tushunchasi 1998-yilda H.Langer va C.Treterlar tomonidan [13] ishda kiritilgan va o‘rganilgan.

\mathcal{A} chiziqli chegaralangan operatorli matritsa bo‘lganligi sababli sonli tasvir kabi kvadratik sonli tasvir ham \mathbb{C} kompleks tekislikning chegaralangan qism to‘plami bo‘ladi: $W^2(\mathcal{A}) \subset \{\lambda \in \mathbb{C} : |\lambda| \leq \|\mathcal{A}\|\}$.

Ikkinchi tomondan \mathcal{A} o‘z-o‘ziga qo‘shma operatorli matritsa bo‘lganligi uchun $W^2(\mathcal{A}) \subset R$ munosabat bajariladi. Shu sababli $W^2(\mathcal{A}) \subset [-\|\mathcal{A}\|; \|\mathcal{A}\|]$. Sonli tasvirdan farqli o‘laroq, kvadratik sonli tasvir ko‘pi bilan ikkita bog‘langan komponentadan tashkil topgan bo‘ladi. Shunday qilib, kvadratik sonli tasvir, umuman olganda, qavariq to‘plam bo‘lmasligi mumkin.

Kvadratik sonli tasvir va sonli tasvir $W^2(\mathcal{A}) \subset W(\mathcal{A})$ munosabat orqali bog‘langandir. Kvadratik sonli tasvir uchun ham spektral munosabatlar deb ataluvchi muhim xossa o‘rinlidir:

$$\sigma_p(\mathcal{A}) \subset W^2(\mathcal{A}), \sigma(\mathcal{A}) \subset \overline{W^2(\mathcal{A})}.$$

Endi $W^2(\mathcal{A}) \subset W(\mathcal{A})$ ekanligini inobatga olsak, u holda

$$\sigma_p(\mathcal{A}) \subset W^2(\mathcal{A}) \subset W(\mathcal{A}), \quad \sigma(\mathcal{A}) \subset \overline{W^2(\mathcal{A})} \subset \overline{W(\mathcal{A})}$$

munosabatlar o‘rinli bo‘ladi. Demak, kvadratik sonli tasvirning yopig‘i spektrni o‘zida saqlovchi sonli tasvirning yopig‘iga nisbatan kichikroq to‘plam ekan.

Quyidagicha belgilashlar kiritamiz:

$$\begin{aligned} \lambda_{\pm} \left(\begin{matrix} \widehat{f}_1 \\ \widehat{f}_2 \end{matrix} \right) &:= \frac{1}{2} \left(\frac{(\widehat{A}_{11}\widehat{f}_1, \widehat{f}_1)}{\|\widehat{f}_1\|^2} + \frac{(\widehat{A}_{22}\widehat{f}_2, \widehat{f}_2)}{\|\widehat{f}_2\|^2} \pm \sqrt{\left(\frac{(\widehat{A}_{11}\widehat{f}_1, \widehat{f}_1)}{\|\widehat{f}_1\|^2} - \frac{(\widehat{A}_{22}\widehat{f}_2, \widehat{f}_2)}{\|\widehat{f}_2\|^2} \right)^2 + 4 \frac{|(\widehat{A}_{12}\widehat{f}_2, \widehat{f}_1)|^2}{\|\widehat{f}_1\|^2 \|\widehat{f}_2\|^2}} \right), \\ &\widehat{f}_1, \widehat{f}_2 \neq 0; \\ \Lambda_{\pm}(\mathcal{A}) &:= \left\{ \lambda_{\pm} \left(\begin{matrix} \widehat{f}_1 \\ \widehat{f}_2 \end{matrix} \right) : \widehat{f}_1 \in \widehat{\mathcal{H}}_1, \quad \widehat{f}_2 \in \widehat{\mathcal{H}}_2, \quad \widehat{f}_1, \widehat{f}_2 \neq 0 \right\}. \end{aligned}$$

U holda $W^2(\mathcal{A})$ kvadratik sonli tasvir uchun quyidagi alternativ tasvir hosil bo‘ladi:

$$W^2(\mathcal{A}) = \Lambda_+(\mathcal{A}) \cup \Lambda_-(\mathcal{A}).$$

Bu tenglik kvadratik sonli tasvir komponentalarini tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega.

Aniqlanishiga ko‘ra, $\dim \widehat{\mathcal{H}}_1 = \infty$. Shu sababli [9] ishdagi 1.1.9-teoremaga ko‘ra, $W(\widehat{A}_{22}) \subset W^2(\mathcal{A})$. Xuddi shuningdek, $\dim \widehat{\mathcal{H}}_2 = \infty$ bo‘lgani bois $W(\widehat{A}_{11}) \subset W^2(\mathcal{A})$. Bunda $W(\widehat{A}_{22}) = (\varepsilon; \varepsilon + 4)$. Ta’rifga ko‘ra, $\sigma_{\text{ess}}(\widehat{A}_{11}) = [\varepsilon; \varepsilon + 2]$ hamda $[\varepsilon; \varepsilon + 2] \subset \overline{W(\widehat{A}_{11})}$. Shu sababli $W(\widehat{A}_{11}) \cap W(\widehat{A}_{22}) \neq \emptyset$. Bu holda [9] ishdagi 1.1.10, natijaga ko‘ra, $W^2(\mathcal{A})$ faqat bitta komponentadan iborat bo‘ladi. Ko‘rsatish mumkinki, \widehat{A}_{11} operator ikkita oddiy E_1, E_2 xos qiymatlarga ega bo‘lib, $E_1 < \varepsilon, E_2 > \varepsilon + 2$. Shuning uchun

$$\sigma(\widehat{A}_{11}) = \{E_1\} \cup [\varepsilon; \varepsilon + 2] \cup \{E_2\}.$$

Demak, $W(\widehat{A_{11}}) = [E_1, E_2]$.

[9] ishdagi 1.2.4-tasdiqqa ko‘ra,

$$\inf \Lambda_+(\mathcal{A}) \geq \varepsilon; \sup \Lambda_-(\mathcal{A}) \leq \min\{E_2, \varepsilon + 4\}.$$

4. \mathcal{A} operatorli matritsaning kubik sonli tasviri. $n = 0, 1, 2$ uchun $S_{\mathcal{H}_n}$ orqali \mathcal{H}_n dagi birlik sferani belgilaymiz, ya‘ni,

$$S_{\mathcal{H}_n} := \{f_n \in \mathcal{H}_n : \|f_n\| = 1\}, n = 0, 1, 2.$$

$S_{\mathcal{H}_0}, S_{\mathcal{H}_1}, S_{\mathcal{H}_2}$ larning Dekart ko‘paytmasini $S_{\mathcal{H}}$ orqali belgilaymiz, ya‘ni,

$$S_{\mathcal{H}} := S_{\mathcal{H}_0} \times S_{\mathcal{H}_1} \times S_{\mathcal{H}_2}.$$

$f = (f_1, f_2, f_3) \in S_{\mathcal{H}}$ element uchun

$$\mathcal{A}_f := \begin{pmatrix} (A_{00}f_0, f_0) & (A_{01}f_1, f_0) & 0 \\ (A_{01}^*f_0, f_1) & (A_{11}f_1, f_1) & (A_{12}f_2, f_1) \\ 0 & (A_{12}^*f_1, f_2) & (A_{22}f_2, f_2) \end{pmatrix}$$

3×3 matritsani qaraymiz. U holda

$$W^3(\mathcal{A}) := \bigcup_{f \in S_{\mathcal{H}}} \sigma_p(\mathcal{A}_f).$$

to‘plamga \mathcal{A} operatorli matritsaning kubik sonli tasviri deyiladi. Bu tushuncha chegaralangan holda [14] ishda va chegaralanmagan holda [15] ishda kiritilgan hamda uning asosiy xossalari tadqiq qilingan. Barcha $f \in S_{\mathcal{H}}$ lar uchun $\sigma_p(\mathcal{A}_f) = \{\lambda \in \mathbb{C} : \det(\mathcal{A}_f - \lambda) = 0\}$ ekanligini inobatga olsak, $W^3(\mathcal{A})$ uchun

$$W^3(\mathcal{A}) = \{\lambda \in \mathbb{C} : \exists f \in S_{\mathcal{H}}, \det(\mathcal{A}_f - \lambda) = 0\}$$

ekvivalent tasvir hosil bo‘ladi. \mathcal{A} operatorli matritsa chiziqli va chegaralangan bo‘lganligi bois

$$W^3(\mathcal{A}) \subset \{\lambda \in \mathbb{C} : |\lambda| \leq \|\mathcal{A}\|\}$$

tasdiq o‘rinlidir. Ikkinchi tomondan \mathcal{A} o‘z-o‘ziga qo‘shmadir. Shu sababli $W^3(\mathcal{A}) \subset R$. Bu ikkita tasdiqdan $W^3(\mathcal{A}) \subset [-\|\mathcal{A}\|; \|\mathcal{A}\|]$ munosabat kelib chiqadi. Shu bilan birgalikda, $W^3(\mathcal{A})$ to‘plam ko‘pi bilan uchta (bog‘langan) komponentalardan tashkil topgan bo‘ladi. $\dim \mathcal{H}_i = \infty$, $i = 1, 2$ shartdan va [9] ishdagi 1.11.9-natijadan foydalanib, $W(A_{ii}) \subset W^3(\mathcal{A})$, $i = 1, 2$ ni hosil qilamiz.

Ma‘lumki, $W(A_{11}) = (\varepsilon; \varepsilon + 2)$, $W(A_{22}) = (\varepsilon; \varepsilon + 4)$, ya‘ni, $W(A_{11}) \subset W(A_{22})$. [15] maqolada uchinchi tartibli yarim chegaralangan o‘z-o‘ziga qo‘shma operatorli matritsalar quyi va yuqori chegaralari uchun baholashlar olingan. Olingan bu natijani \mathcal{A} operatorli matritsaga tatbiq qilib

$$\min \sigma(\mathcal{A}) \geq \varepsilon - \sqrt{2}\pi, \quad \max \sigma(\mathcal{A}) \leq \varepsilon + 4 + \sqrt{2}\pi$$

tengsizliklarni hosil qilamiz.

Gershgorin chegarasini hisoblash qoidasidan [15] esa

$$\min \sigma(\mathcal{A}) \geq \varepsilon + 2 - 2\pi, \quad \max \sigma(\mathcal{A}) \leq \varepsilon + 2 + 2\pi$$

baholashni hosil qilamiz.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. K.O.Friedrichs. Perturbation of spectra in Hilbert space. AMS., Providence, Rhode Island, 1965.
2. V.A.Malishev, R.A.Minlos. Linear infinite-particle operators. Translations of Mathematical Monographs, 143, AMS, Providence, RI.
3. A.I.Mogilner. Hamiltonians of solid state physics at few-particle discrete Schroedinger operators: Problems and results, Advances in Sov. Math. 5 (1991), p. 139 – 194.
4. H.Spohn. Ground states of the spin-boson Hamiltonian. Commun. Math. Phys. 123 (1989), p. 277–304.
5. M.Hubner, H.Spohn. Spectral properties of the spin-boson Hamiltonian. Ann. Inst. H. Poincare Phys. Theor. 62 (1995), p. 289 – 323.
6. 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), p. 159–193.
7. Y.Zhukov, R.Minlos. Spectrum and scattering in a spin-boson model with not more than three photons. Theor. Math. Phys. 103 (1995), p. 398–411.
8. M.Muminov, H.Neidhardt, T.Rasulov. On the spectrum of the lattice spin-boson Hamiltonian for any coupling: 1D case. J. Math. Phys, 56 (2015), 053507.

9. C.Tretter. Spectral Theory of Block Operator Matrices and Applications. Imperial College Press, 2008.
10. O.Toeplitz. Das algebraische Analogon zu einem Satze von Fejer. Math. Z., 2:1-2 (1918), p. 187–197.
11. F.Hausdorff. Der Wertvorrat einer Bilinearform. Math. Z., 3:1 (1919), p. 314–316.
12. A.Wintner. Zur Theorie der beschränkten Bilinearformen. Math. Z., 30:1 (1929), p. 228–281.
13. H.Langer, C.Tretter. Spectral decomposition of some nonselfadjoint block operator matrices. J. Operator Theory, 39:2 (1998), p. 339–359.
14. C.Tretter, M.Wagenhofer. The block numerical range of an nxn block operator matrix. SIAM J. Matrix Anal. Appl. 24:4 (2003), p. 1003 – 1017.
15. T.H.Rasulov, C.Tretter. Spectral inclusion for diagonally dominant unbounded block operator matrices. Rocky Mountain J. Math., 2018, №1, p. 279 – 324.

Жўраев Шухрат Исроилович (Преподаватель кафедры Математического анализа Бухарского государственного университета)
СИНХРОНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
ВИБРАЦИОННЫХ НАГРУЗОК

***Аннотация.** Бу мақолада вибрацион юкланишлар таъсиридаги қаттиқ жисмнинг ҳаракатини синхронлаштириши муаммоси кўриб чиқилган. Ушбу муаммони яна-да мураккаб ва амалда ҳақиқий ҳолат учун ҳал қилиш мақсадида пойдеворнинг горизонтал ва айланма тебранишларининг ўзаро боғлиқлигини ҳисобга олган ҳолда қисқача натижалар тақдим этилган. Муайян шароитларда силжешлар шундай бўладики, алоҳида машиналарнинг ишлаши натижасида юзага келадиган мувозанатсизликлар ўзаро компенсацияланади.*

***Аннотация.** В данной работе рассматривается задача синхронизации движения твердого тела при воздействии на него вибрационных нагрузок. Кратко излагаются результаты решения этой задачи для более сложного и практически более реального случая, с учетом взаимосвязи горизонтальных и поворотных колебаний фундамента. При определенных условиях сдвиги таковы, что неуравновешенности, вызываемые работой отдельных машин, взаимно компенсируются.*

***Annotation.** In this paper, the problem of synchronizing the motion of a solid body when it is subjected to vibration loads, is considered. The results of solving this problem for a more complex and practically more real case are briefly presented, taking into account the relationship of horizontal and rotary vibrations of the foundation. Under certain conditions, the shifts are such that the unbalances caused by the operation of individual machines are mutually compensated.*

***Калим сўзлар:** ҳаракат синхронизацияси, мувозанатлашмаган масса, кичик тебранишлар, оғирлик маркази, мажбурий тебранишлар.*

***Ключевые слова:** синхронизация движения, неуравновешенная масса, малые колебания, центр тяжести, вынужденные колебания.*

***Key words:** synchronization of motion, unbalanced mass, small oscillations, center of gravity, forced oscillations.*

Пусть две одинаковые машины, с поступательно движущимися по гармоническому закону неуравновешенными массами, установлены на общий фундамент, который опирается на упругое основание и может совершать плоское движение (рис.1). Линии действия неуравновешенных сил не проходят через центр тяжести фундамента с машинами O_1 . Машины приводятся в движение от двигателя асинхронного типа, т.е., колебания неуравновешенных масс могут быть сдвинуты по фазе. Дифференциальные уравнения малых колебаний фундамента под действием неуравновешенных сил, развиваемых машинами, имеют вид.¹

$$\begin{aligned} M\ddot{x} + \tilde{c}_x x - \tilde{c}_{x\varphi} \varphi &= F [\sin \omega t + \sin(\omega t + \alpha)], \\ M\ddot{y} &= 0, (F = m\varepsilon\omega^2) \\ I\ddot{\varphi} - \tilde{c}_{x\varphi} x + (\tilde{c}_{x\varphi} h_1 + \tilde{c}_\varphi) \varphi &= Fh [\sin \omega t + \sin(\omega t + \alpha)]. \end{aligned} \quad (1)$$

¹В.В.Карамышкин. Переход от линейного дифференциального уравнения с полиномиальными коэффициентами к интегральному уравнению при помощи операционного исчисления. ПММ, т. 12.