



@buxdu_uz



@buxdu1

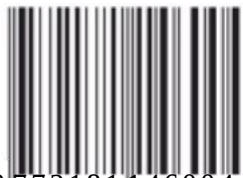


@buxdu1



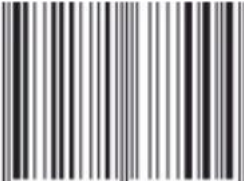
www.buxdu.uz

E-ISSN 2181-1466



9 772181 146004

ISSN 2181-6875



9 772181 687004

2/2025

Научный вестник Бухарского государственного университета
Scientific reports of Bukhara State University



BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI



2/2025

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI
SCIENTIFIC REPORTS OF BUKHARA STATE UNIVERSITY
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК БУХАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ilmiy-nazariy jurnal

2025, № 2, fevral

Jurnal 2003-yildan boshlab **filologiya** fanlari bo'yicha, 2015-yildan boshlab **fizika-matematika** fanlari bo'yicha, 2018-yildan boshlab **siyosiy** fanlar bo'yicha, **tarix** fanlari bo'yicha 2023-yil 29-avgustdan boshlab O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zaruriy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal 2000-yilda tashkil etilgan.

Jurnal 1 yilda 12 marta chiqadi.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyat matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2020-yil 24-avgust № 1103-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan.

Muassis: Buxoro davlat universiteti

Tahririyat manzili: 200117, O'zbekiston Respublikasi, Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy.

Elektron manzil: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

TAHRIR HAY'ATI:

Bosh muharrir: Xamidov Obidjon Xafizovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bosh muharrir o'rinbosari: Rasulov To'liqin Husenovich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor

Mas'ul kotib: Shirinova Mexrigiyo Shokirovna, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Kuzmichev Nikolay Dmitriyevich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor (N.P. Ogaryov nomidagi Mordova milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya)

Danova M., filologiya fanlari doktori, professor (Bolgariya)

Margianti S.E., iqtisodiyot fanlari doktori, professor (Indoneziya)

Minin V.V., kimyo fanlari doktori (Rossiya)

Tashqarayev R.A., texnika fanlari doktori (Qozog'iston)

Mo'minov M.E., fizika-matematika fanlari nomzodi (Malayziya)

Mengliyev Baxtiyor Rajabovich, filologiya fanlari doktori, professor

Adizov Baxtiyor Rahmonovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Abuzalova Mexriniso Kadirovna, filologiya fanlari doktori, professor

Amonov Muxtor Raxmatovich, texnika fanlari doktori, professor

Barotov Sharif Ramazonovich, psixologiya fanlari doktori, professor, xalqaro psixologiya fanlari akademiyasining haqiqiy a'zosi (akademigi)

Baqoyeva Muhabbat Qayumovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bo'riyev Sulaymon Bo'riyevich, biologiya fanlari doktori, professor

Jumayev Rustam G'aniyevich, siyosiy fanlar nomzodi, dotsent

Djurayev Davron Raxmonovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Durdiyev Durdimurod Qalandarovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Olimov Shirinboy Sharofovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Qahhorov Siddiq Qahhorovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Umarov Baqo Bafoyevich, kimyo fanlari doktori, professor

Murodov G'ayrat Nekovich, filologiya fanlari doktori, professor

O'rayeva Darmonoy Saidjonovna, filologiya fanlari doktori, professor

Navro'z-zoda Baxtiyor Nigmatovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Hayitov Shodmon Ahmadovich, tarix fanlari doktori, professor

To'rayev Halim Hojiyevich, tarix fanlari doktori, professor

Rasulov Baxtiyor Mamajonovich, tarix fanlari doktori, professor

Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Quvvatova Dilrabo Habibovna, filologiya fanlari doktori, professor

Axmedova Shoira Nematovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bekova Nazora Jo'rayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor

Amonova Zilola Qodirovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Hamroyeva Shahlo Mirjonovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Nigmatova Lola Xamidovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Boboyev Feruz Sayfullayevich, tarix fanlari doktori

Jo'rayev Narzulla Qosimovich, siyosiy fanlar doktori, professor

Xolliyev Askar Ergashovich, biologiya fanlari doktori, professor

Artikova Hafiza To'ymurodovna, biologiya fanlari doktori, professor

Hayitov Shavkat Ahmadovich, filologiya fanlari doktori, professor

Qurbonova Gulnoz Negmatovna, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor

Ixtiyarova Gulnora Akmalovna, kimyo fanlari doktori, professor

Rasulov Zubaydullo Izomovich, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich, texnika fanlari doktori, professor

Samiyev Kamoliddin A'zamovich, texnika fanlari doktori, dotsent

Esanov Husniddin Qurbonovich, biologiya fanlari doktori, dotsent

Zaripov Gulmurot Toxirovich, texnika fanlari nomzodi, professor

Jumayev Jura, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

Klichev Qybek Abdurasulovich, tarix fanlari doktori, dotsent

G'aybulayeva Nafisa Izattullayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

MUNDARIJA *** СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS		
МАТЕМАТИКА *** MATHEMATICS *** МАТЕМАТИКА		
Jalolov O.I., Elmurodova S.S.	Integrallarni taqribiy hisoblashda nyuton – kotes kvadratur formulalari	3
Akhmedov O.S.	Qovushqoq-elastik to'ldiruvchili elliptik silindrik qobiqqa garmonik to'lqin tarqalishini matye funksiyalardagi yechimi	8
Rahmonov E.S.	Differensial tenglamalarning iqtisodiyotga tatbiqi	14
Jalolov O.I., Aminova Sh.Y.	Matritsaning xos sonini topish algoritmi	18
Кадиркулов Б.Ж., Узакбаева Д.Е.	Нелокальные задачи для вырождающегося уравнения смешанного типа четвёртого порядка	22
FIZIKA *** PHYSICS *** ФИЗИКА		
Жумаев Ж., Аминов А.А.	Решение нелинейного уравнения теплопроводности явно-неявной схемой	30
Azimov R.B.	Arduino va internet texnologiyasidan foydalanib 50 wp quvvatli quyosh paneli monitoring uskunasi loyihalash	35
Maxmanov U.K., Bekmurodov Z.B., Cho'liyev T.A.	C ₆₀ fulleren eritmasida molekulalararo o'zaro ta'sirlarni tadqiq qilish	41
Nishonov I.E., Shaymanova F.Y., Xoldorov O.N., Javkanov M.A.	Testing spacetime around black holes in dark matter halo by quasiperiodic oscillations	48
Rahmatov B.M., Umrzoqov F.B., Ne'matullayeva M.X., Orziqulov A.B., Obidjonov A.B., Usmanjanova M.A.	Energy conditions and anisotropic pressure in modified schwarzschild black holes	53
Jumayev J., Qobilova D.O.	Ichki manbali bir o'lchovli sohada issiqlik tarqalishini sonli modellastirish	59
Jalolova M.X., Hakimova Sh.J., Ro'ziyev T.R.	Infraqizil nurlanish (iq nurlar) va ularning tibbiyotda qo'llanilishi	64
Shermatov A.B., Sobirova R.S., Saminjonov S.N., Muradova M.S., Abduvahobov I.B.	Scalar invariants for dust field and phantom field models	68
Boymamatova D.U., Ergasheva A.A.,	Endoedral metalli uglerod nanonaychalarining oqova	

Kuchkarova D.X., Xalilov U.B.	suvlarni tozalash jarayonini modellashtirish	73
Эргашева Н.М	Магнит майдонидаги қовушқоқ-эластик юпка қобиқ элементларнинг хос тебранишлари	79
KIMYO *** CHEMISTRY *** ХИМИЯ		
Nazarov E.S., Mahmudova D.M.	Polipropilenning strukturaviy modifikatsiyasi va hosil bo'lgan materiallarning xususiyatlari	86
Eshqulov B.R., Uroqova M.Sh., Jo'rayev R.S.	CO ₂ ishtirokida gidroksibenzoy kislotalarning elektrokimyoviy sintezi	90
Mirzayev J.D., Ravshanova L.D., Niyozova Sh.A.	Determination of vitamin composition in ocimum basilicum var. basilicum and ocimum basilicum var. purpurascens using hplc	96
BIOLOGIYA *** BIOLOGY *** БИОЛОГИЯ		
Axmedov M.I., Sharipov O.B., Xalilova N.I.	Buxoro vohasi sug'oriladigan tuproqlarida krasnodar seleksiyasiga mansub boshqoli don ekinlarining hosildorligi va o'ziga xos xususiyatlari	103
Qurbonov B.A., Shaxriddinov F.F.	Mosh o'simliklari urug'laridan tayyorlangan un yordamida non mahsulotlarini boyitish	108
Evatov G'.X., Qobilova Y.O.	Tokning vertisilliyoz kasalligi va uning salbiy oqibatlari	114
Ҳасанов И.Х.	Ширинмия ўсимлигини кўпайтирайлик	118
INFORMATIKA *** INFORMATICS *** ИНФОРМАТИКА		
Murtazayev M.S.	Diskret vaqtli nokritik tarmoqlanuvchi galton-vatson tizimlaridagi davom etish ehtimolligining asimptotik xossalari	121
Niyazmetova K.E.	Inson va sun'iy intellekt tomonidan yozilgan kodlarning farqlari	126
Abdisaidov R.M.	Arduinoga asoslangan real vaqtda havo sifati va ifloslanishining monitoring qilish tizimi	133
Eshankulov H.I., Soliyeva D.A.	Tabiiy tilni qayta ishlovchi modellar va ularning tatbig'i	140
TEXNIKA *** TECHNIQUE *** ТЕХНИКА		
Korjovov Q.O.	Tuproq tarkibidagi minerallarni aniqlash jarayonini avtomatlashtirish tizimini ishlab chiqish	147
Usmonov F.S.	“Oqsuv” gidrouzelida yillik suv taqsimotini o'lchash va rostdashni avtomatlashtirish	151
Raximov Y.E., Uzoqov Y.A., Ibodova H.A.	Mahalliy xom-ashyo asosida oziq ovqat mahsulotlari uchun bo'yoq olish texnologiyasini ishlab chiqish	156

MATRITSANING XOS SONINI TOPISH ALGORITMI

Jalolov Ozodjon Isomidinovich,

Buxoro davlat universiteti dotsenti, f.-m.f.n.,

o_jalolov@mail.ru, o.i.jalolov@buxdu.uz

Aminova Shahribonu Yodgor qizi,

Buxoro davlat universiteti magistranti

Annotatsiya. Nazariy va amaliy masalalarni yechishda ko'pincha matritsaning xos sonlarini topish talab qilinadi. Masalan, chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini iteratsion metod bilan yechishda va bu metodning yaqinlashishi va yaqinlashish tezligi matritsaning moduli bo'yicha eng katta xos sonining miqdoriga bog'liq bo'ladi. Maqolada matritsaning xos soni va xos vektorlarini topishning usullari haqida qisqacha ma'lumot keltirilgan hamda Mathcad dasturida metodlarga algoritm va dastur yaratilib misollarda tadbiq qilingan.

Kalit so'zlar: matritsa, xos son, xos vektor, xarakteristik ko'phad, xarakteristik tenglama, Mathcad dasturi, algoritm, spektral radius.

ALGORITHM FOR FINDING THE EIGENVALUE OF A MATRIX

Abstract. When solving theoretical and practical problems, it is often necessary to find the eigenvalues of a matrix. For example, when solving a system of linear algebraic equations by the iterative method, the convergence and speed of this method depend on the value of the largest eigenvalue of the matrix by modulus. The article provides brief information on methods for finding the eigenvalues and eigenvectors of a matrix, and also creates an algorithm and a program for the methods, which are applied to examples in the Mathcad program.

Keywords: matrix, eigenvalue, eigenvector, characteristic polynomial, characteristic equation, Mathcad program, algorithm, spectral radius.

АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ СОБСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ МАТРИЦЫ.

Аннотация. При решении теоретических и практических задач часто возникает необходимость нахождения собственных значений матрицы. Например, при решении системы линейных алгебраических уравнений итерационным методом сходимость и скорость этого метода зависят от величины наибольшего по модулю собственного значения матрицы. В статье даны краткие сведения о методах нахождения собственных значений и собственных векторов матрицы, а также созданы алгоритм и программа для методов, которые применены на примерах в программе Mathcad.

Ключевые слова: Матрица, собственное значение, собственный вектор, характеристический полином, характеристическое уравнение, программа Mathcad, алгоритм, спектральный радиус.

Kirish. Matritsalarining xos qiymatlari va xos vektorlarini topish – bu katta texnik tizimlarni loyihalash yoki tahlil qilish bilan shug'ullanadigan mutaxassis tez-tez duch keladigan murakkab hisoblash muammolaridan biridir. Elektr va mexanik tizimlarda xos qiymatlar tebranishlarning tabiiy chastotalariga mos keladi va xos vektorlar tegishli tebranish rejimlarini tavsiflaydi. Dinamik tizimlar nazariyasida va ular bilan bog'liq chiziqli differensial tenglamalar tizimlarida xos qiymatlarini bilish vaqt o'tishi bilan tizim xatti-harakatlarining xususiyatini aniqlashga va bunday tizimning barqarorligi masalasini hal qilishga imkon beradi [4].

Qurilish inshootlarini hisoblashda muhim yuklarning qiymatlarini baholash, matritsalarining xos sonlari va xos vektorlari to'g'risidagi ma'lumotlarga asoslanadi. Matematik modellash tirish jarayonining yanada kengayishi xos qiymatlar muammosini hal qilish usullarini bilish muhandislik ta'limining majburiy elementiga aylanishiga olib keladi [1].

Xos sonlarni topish masalasini hal qilishning sonli usullari shartli ravishda ikki qismga bo'linadi:

1) xarakteristik tenglamaning koeffitsientlarini hisoblash va uning keyingi yechimiga asoslangan aniq usullar;

2) ba'zi sonli ketma-ketliklar chegarasi sifatida xarakteristik tenglamadan foydalanmasdan xos sonlarning bir qismini yoki barchasini hisoblashga asoslangan iteratsion usullar;

Masalaning qo'yilishi. Xos vektor va xos qiymat tushunchalari chiziqli algebrada asosiy tushunchalar qatoriga kiradi. Buning sababi shundaki, operatorning xos vektorlari asosida tuzilgan koordinatalar tizimida chiziqli operatorlar bilan bog'liq ko'plab munosabatlar sezilarli darajada soddalashtirilgan. Chiziqli operatorning o'ziga xos qiymatlari to'plami (operatorning spektri) hech qanday aniq koordinatalar tizimiga murojaat qilmasdan operatorning muhim xususiyatlarini tavsiflaydi. Shu sabablarga ko'ra xos vektorlar katta amaliy ahamiyatga ega. Masalan, xos vektorlar ko'pincha mexanikada, kvant nazariyasida va hokazolarda uchraydi[5].

Ta'rif. Agar biror noldan farqli x vektor uchun $A \cdot x = \lambda \cdot x$ tenglik bajarilsa, u holda λ son A kvadrat matritsaning xos soni deyiladi. Bu tenglikni qanoatlantiradigan noldan farqli x vektor A matritsaning λ xos soniga mos keladigan xos vektori deyiladi.

Ko'rinib turibdiki, agar x xos vektor bo'lsa u holda $a \cdot x$ vektor ham xos vektor bo'ladi.

A matritsaning barcha xos sonlari to'plami A matritsaning spektri, xos sonlar modulining maksimumi A matritsaning spektral radiusi deyiladi.

Matritsaning xos soni va xos vektori matematika va uning boshqa sohalaridagi tadbirlarida keng qo'llaniladi. Masalan: $x^{(n+1)} = Bx^{(n)} + c$ chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini iteratsiya usulda yechishda, bu iteratsiyani yaqinlashishi B matritsaning moduli bo'yicha eng katta xos soni 1 dan kichik bo'lishi kerak[2].

Biz quyidagi $A \cdot x = \lambda \cdot x$ tenglikni qanoatlantiradigan λ xos sonni topish masalasini ko'rib chiqamiz. Bu quyidagiga ekvivalent bo'ladi.

$$A \cdot X = \lambda \cdot X \Leftrightarrow A \cdot X - \lambda \cdot E \cdot X = 0 \quad (A - \lambda \cdot E) \cdot X = 0$$

bu yerda E - birlik matritsa va 0 - nol vektor. Bu tenglikni n ta noma'lumlarga (x xos vektorining koordinatalari) bog'liq bo'lgan bir jinsli chiziqli algebraik tenglamalar sistemasining matritsa ko'rinishi sifatida ko'rib chiqish mumkin, λ - matritsaning xos sonlari[6].

Bundan quyidagi tenglamalar sistemasini hosil qilamiz.

$$\begin{cases} (a_{11} - \lambda)x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n = 0, \\ a_{21}x_1 + (a_{22} - \lambda)x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n = 0, \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{n(n-1)}x_{n-1} + (a_{nn} - \lambda)x_n = 0. \end{cases}$$

Bu tenglikni quyidagicha yozib olamiz.

$$(A - \lambda E) \cdot x = \begin{vmatrix} a_{11} - \lambda, a_{12} \dots a_{1n} \\ a_{21}, a_{22} - \lambda \dots a_{2n} \\ \dots \\ a_{n1}, a_{n2} \dots a_{nn} - \lambda \end{vmatrix} \cdot x = 0 \quad (1)$$

(1) ko'rinishdan matritsaning determinantini hisoblasak λ ga bog'liq ko'phad hosil bo'ladi.

Teorema. $\lambda \in R$ soni A matritsali chiziqli operatorning xos qiymati bo'ladi, agar quyidagi tenglik bajarilsa $\det(A - \lambda E) = 0$.

$$D(\lambda) = \det(A - \lambda E) = \begin{vmatrix} a_{11} - \lambda, a_{12} \dots a_{1n} \\ a_{21}, a_{22} - \lambda \dots a_{2n} \\ \dots \\ a_{n1}, a_{n2} \dots a_{nn} - \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad (2)$$

A matritsaning xarakteristik tenglamasi (2) tenglamaning chap qismidan iborat[3].

$$\det(A - \lambda E) = (-1)^n (\lambda^n - p_1 \lambda^{n-1} - p_2 \lambda^{n-2} - \dots - p_n) \quad (3)$$

(3) ko'phad esa A matritsaning xarakteristik ko'phadi yoki xarakteristik tenglamasi deyiladi.

$$P(\lambda) = \lambda^n - p_1 \lambda^{n-1} - p_2 \lambda^{n-2} - \dots - p_n \quad (4)$$

(4) ko'phad A matritsaning xos ko'phadi deyiladi.

Masalan: $n=2$ bo'lganda A matritsaning xarakteristik ko'phadi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$P(\lambda) = \det \begin{pmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda \end{pmatrix} = (a_{11} - \lambda)(a_{22} - \lambda) - a_{12}a_{21} =$$

$$= \lambda^2 - (a_{11} + a_{22})\lambda + (a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}) = \lambda^2 - \text{Tr}(A)\lambda + \det(A)$$

Xos qiymatlar matritsaning xarakteristik ko'phadining ildizlari hisoblanadi. Turli xil xos qiymatlari soni matritsaning o'lchamidan oshmasligi kerak. Agar operatorning xos vektorlarini bazis vektorlari sifatida tanlasak, bunday asosdagi A matritsa diagonalga aylanadi va operatorning xos qiymatlari diagonalda bo'ladi. Matritsaning barcha xos sonlari va ularga mos xos vektorlarni topish masalasi xos qiymatlarni to'liq muammosi deyiladi. Xos sonlarning bittasi yoki ularning bir qismini va mos ravishda xos vektorini topish xos qiymatlarning qisman muammosi deyiladi[1].

Shunday qilib matritsaning xos sonlarni va xos vektorni topish uchun.

1) $P(\lambda)$ ko'phad tuziladi.

2) $P(\lambda) = 0$ tenglamadan barcha λ_i ($i=1..n$) xos sonlar topiladi.

3) (1) tenglamalar sistemasidan xos vektorlar aniqlanadi.

A matritsaning xos sonlarini topishda quyidagi munosabatlardan ham foydalaniladi.

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = a_{11} + a_{22} + \dots + a_{nn} = \text{tr}A$$

$$\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \dots \cdot \lambda_n = \det A$$

Asosiy natija. Matritsaning xarakteristik ko'phadini va xos sonlarini topish metodlari uchun algoritmini Mathcad dasturida ko'rib chiqamiz.

Quyidagi A matritsaning xarakteristik ko'phadini va xos sonlarini topish jarayoni algoritmini ko'rib chiqamiz. Buning uchun Mathcad dasturidagi ba'zi operatorlari ko'rib chiqamiz.

identity(n) - n soniga mos kvadrat birlik matritsa hosil qiladi.

|A| - A matritsani determinantini hisoblaydi.

■ expand → - ifodani soddalashtirish.

■ coeffs → - ko'phad koeffitsiyentlarini qaytaradi.

polyroots() - ko'phad koeffitsiyentlari berilganda ko'phadni ildizlarini qaytaradi.

Yuqoridagi operatorlardan foydalanib Mathcad dasturida A matritsaning xarakteristik ko'phadini va xos sonlarini topish algoritmini keltirib chiqaramiz.

1-misol:

$$\begin{array}{l} \mathbf{A} := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{E} := \text{identity}(\text{rows}(\mathbf{A})) \quad \mathbf{E} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\ \\ \mathbf{P}(\lambda) := |\mathbf{A} - \lambda \cdot \mathbf{E}| \quad \text{expand} \rightarrow 3 \cdot \lambda^2 - \lambda^3 - 4 \cdot \lambda + 2 \\ \\ \mathbf{a} := \mathbf{P}(\lambda) \quad \text{coeffs}, \lambda \rightarrow \begin{pmatrix} 2 \\ -4 \\ 3 \\ -1 \end{pmatrix} \quad \lambda := \text{polyroots}(\mathbf{a}) \quad \lambda = \begin{pmatrix} 1 - i \\ 1 + i \\ 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

Ushbu algoritm yordamida ixtiyoriy o'lchamdagi A matritsaning xarakteristik ko'phadini va xos sonlarini Mathcad dasturida topish mumkin. Bunda faqat A matritsaning ko'rinishini kiritsak yetarli. Mathcad dasturi bizga A matritsaning xarakteristik ko'phadini ko'rinishini topib beradi va barcha xos sonlarini aniqlab beradi(kompleks va haqiqiy).

Matritsaning xarakteristik ko'phadini va xos sonlarini qo'lda hisoblash ancha qiyinchiliklarni olib kelishi mumkin. Matritsaning o'lchami kattalashib borsa bu masala murakkablashib boraveradi.

Xos sonlar topilgandan keyin, bu xos sonlarni quyidagi tenglamalar sistemasiga keltirib qo'yib bu xos sonlarga mos xos vektorlarni topamiz.

$$\begin{cases} (a_{11} - \lambda)x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n = 0, \\ a_{21}x_1 + (a_{22} - \lambda)x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n = 0, \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{n(n-1)}x_{n-1} + (a_{nn} - \lambda)x_n = 0. \end{cases}$$

2-misol:

$$\begin{array}{l}
 \mathbf{A} := \begin{pmatrix} 3 & 4 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & 6 & -4 \\ 2 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 & 2 \end{pmatrix} \quad \mathbf{E} := \text{identity}(\text{rows}(\mathbf{A})) \quad \mathbf{E} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\
 \mathbf{P}(\lambda) := |\mathbf{A} - \lambda \cdot \mathbf{E}| \text{ expand} \rightarrow \lambda^4 - 9 \cdot \lambda^3 + 44 \cdot \lambda^2 - 170 \cdot \lambda + 180 \\
 \mathbf{a} := \mathbf{P}(\lambda) \text{ coeffs}, \lambda \rightarrow \begin{pmatrix} 180 \\ -170 \\ 44 \\ -9 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \lambda := \text{polyroots}(\mathbf{a}) \quad \lambda = \begin{pmatrix} 0.989 + 4.573i \\ 0.989 - 4.573i \\ 1.485 \\ 5.538 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

ABADIYOTLAR:

1. Isroilov M.I. «Hisoblash metodlari»: – T: O`qituvchi, 2000 y.
2. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. М.: Наука, 1966.-664 с.
3. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений т.2. М.: Физматгиз, 1962.-635 с.
4. Уилкинсон Д. Х. Алгебраическая проблема собственных значений. — М.: Наука, 1970. — 564 с.
5. Прасолов В. В. Задачи и теоремы линейной алгебры. — М.: Наука, 1996. — 304 с.
6. Икрамов Х. Д. Несимметричная проблема собственных значений. — М.: Наука, 1991. — 240 с.
7. Horn, Roger A.; Johnson, Charles F. (1985), *Matrix analysis*, Cambridge University Press.
8. Nering, Evar D. (1970), *Linear Algebra and Matrix Theory* (2nd ed.), New York: Wiley.