



4- TARTIBLI OPERATORLI MATRITSANING SPEKTRAL XOSSALARI

Suleymanova NODIRA Shuxrat qizi

Osiyo Xalqaro Universiteti

Buxoro filiali 1-kurs magistratura talabasi

Annotatsiya: 4-tartibli operatorli matritsaning spektral xossalari haqida soʻz yuritilganda, avvalo matritsalar va operatorlarning asosiy tushunchalarini yodda tutish zarur. Chiziqli algebra va funktsional analizda matritsalarining spektral xossalari muhim ahamiyatga ega. 4-tartibli operatorli matritsani tahlil qilishda uning chiziqli operator sifatida qanday vazifani bajarishini, qaysi fazoda taʼriflanganini, spektral xossalar deganda nimalar nazarda tutilishini aniqlab olish kerak boʻladi.

Kalit soʻzlar: operatorli matritsa, spektral xossa, 4-tartib, ozod qiymatlar, ozod vektorlar, chiziqli operator, eigenvalue, eigenvector, spektral tahlil, matritsaning normasi.

Operatorli matritsa deyilganda, biror chiziqli fazoda aniqlangan va boshqa chiziqli fazoda tasvirlanadigan chiziqli operator, yaʼni oʻlchamlari maʼlum boʻlgan sonli matritsa tushuniladi. 4-tartibli operatorli matritsa deganda, 4×4 oʻlchamli kvadrat matritsa tushuniladi. Spektral xossalar esa, asosan, bu matritsaning oʻz qiymatlari va oʻz vektorlari, spektral radiusi, spektri, hamda unga bogʻliq tahlil natijalari bilan belgilanadi. Spektral xossalarni aniqlash uchun avvalo matritsaning xossalarini batafsil koʻrib chiqamiz. Har bir kvadrat matritsaning oʻzining oʻz qiymatlari mavjud boʻladi. Agar A 4×4 oʻlchamli matritsa boʻlsa, $Ax = \lambda x$ tenglama orqali oʻz qiymatlar va ularga mos oʻz vektorlar aniqlanadi. Yerdan λ matritsaning oʻz qiymati, x esa oʻz vektori sanaladi. 4-tartibli matritsa uchun xususiy xossalardan biri shundaki, uning eng koʻpi bilan toʻrt dona oʻz qiymati boʻladi, ular haqiqiy yoki kompleks sonlar boʻlishi mumkin. Spektral radius



esa o'z qiymatlarning modullaridan eng kattasi sanaladi. Operatorli matritsaning spektri haqida gapirganda, matritsaning barcha o'z qiymatlari to'plami uning spektri deb ataladi. 4-tartibli matritsaning spektri to'rt elementdan iborat bo'lishi mumkin, ammo ba'zan karrali o'z qiymatlar ham uchrashi mumkin. O'z qiymatlarga mos bo'lgan o'z vektorlar har bir o'z qiymat uchun mavjud bo'lib, ular orqali matritsa yoki operatorning strukturasi chuqur tahlil qilinadi [1].

Har bir kvadrat matritsada, xususan 4-tartibli operatorli matritsada, quyidagi chiziqli algebraiy xossalar mavjud: agar matritsa diagonalizatsiya qilinadigan bo'lsa, u holda uni diagonal ko'rinishga keltirish mumkin, bunda uning asosiy diagonali bo'ylab aynan o'z qiymatlar turadi. Diagonalizatsiya qilish uchun matritsaning linearly independent o'z vektorlari yetarli bo'lishi talab etiladi. Diagonal matritsa esa operatorni tahlil qilayotganda juda qulay hisoblanadi, chunki uning ta'siri har bir asosiy vektorga bo'lak- bo'lak bo'ladi. 4-tartibli operatorli matritsaning o'z qiymatlari quyidagicha topiladi: $\det(A - \lambda I) = 0$ tenglama yechiladi. Bu tenglama matritsaning xarakteristik tenglamasi bo'lib, to'rtinchi darajali algebraik tenglama hosil bo'ladi. Bu xarakteristik tenglamaning ildizlari aynan matritsaning o'z qiymatlari bo'ladi. Odatda ular sonli yoki yadroda, ya'ni 0 qiymatdan farqli vektorlar mavjud bo'lgan hollarda, 4×4 o'lchamli matritsa uchun bunday vektorlar albatta topiladi. O'z qiymatlar hisoblanganidan keyin, har bir o'z qiymat uchun $(A - \lambda I)x = 0$ tenglama yechiladi va o'z vektorlari aniqlanadi. O'z vektorlarni topgan holda, matritsa orqali ifodalanadigan chiziqli operatorni to'liq tahlil qilish mumkin bo'ladi. Bundan tashqari, spektral normani aniqlash, ya'ni matritsaning normasi uning maksimal o'z qiymati moduliga teng bo'ladi [2].

Ikkinchi tomonlama, operatorli matritsaning spektral tahlili matematik fizika, differensial tenglamalar, kvant mexanikasi, nazariy informatika kabi sohalarida keng foydalaniladi. Masalan, 4-tartibli operatorli matritsalar kvant tizimlarda sistemaning holatini tasvirlash, ularning energiya holatlarini



aniqlash, tizimning barqarorligini tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, matritsaning spektral radiusi va o'z qiymatlari yordamida fizik tizimlarning asosiy tavsiflari aniqlanadi. Alohida ta'kidlash joizki, kvadrat matritsaning barcha spektral xossalari, ya'ni o'z qiymatlari va o'z vektorlari, uning tahlilida asosiy rolni o'ynaydi. 4-tartibli operatorli matritsaning har bir satri va ustuni mustaqil ko'rib chiqilishi, yoki ular orasidagi bog'liqliklar o'rganilishi ham muhim. Matritsa simmetrik yoki normal bo'lsa, uning o'z qiymatlari haqiqiy son bo'ladi, bu esa tahlilni ancha sodda qiladi. Boshqa hollarda o'z qiymatlar kompleks son ko'rinishida bo'lishi mumkin. E'tiborli tomoni shundaki, operatorli matritsaning spektral xossalari yordamida uning yuqori kuchlarini yoki eksponensialini hisoblash osonlashadi. Masalan, fizik modellarda yoki differensial tenglamalarda matritsali ifodalar ko'p uchraydi, va aynan spektral xossalar ularni boshqaradi. Shuningdek, 4-tartibli operatorli matritsaning karakteristik xossalari hisoblash, uning cheksiz darajadagi funktsional ifodalarini yechishda ham asosiy ahamiyatga ega. Yana bir muhim jihat shundaki, har qanday 4-tartibli operatorli matritsani tahlil qilayotganda, ularning spektral tahlili yordamida markaziy o'rinlar yoki asosiy o'zgaruvchilar aniqlanadi. Bu operatsiyalarda matritsaning o'z qiymatlari orqali spektral turlanishlar ko'rsatiladi. Masalan, agar barcha o'z qiymatlari modul jihatdan bitta nuqtada joylashgan bo'lsa, matritsa barqaror deb baholanadi, aks holda - d ek barqaror emas [3].

Praktikada matritsaning spektral xossalari yordamida chiziqli tizimlarning yechimiga erishiladi. Aynan 4-tartibli operatorli matritsaning xususiyatlari fizik, iqtisodiy va muhandislik modellarida keng qo'llaniladi. Masalan, biror qaror qabul qilish jarayonida chiziqli o'zgarishlar operatori ko'rinishida ifodalanadi va uning natijalari tahlil qilinadi. Shuningdek, axborot tizimlari va tasniflash masalalarida, signallarning qayta ishlashida operatorli matritsalar asosiy vosita sifatida ishlatiladi. To'plangan tajriba va ilmiy tadqiqotlar ko'rsatadiki, operatorli matritsaning spektral xossalarini



chuqur tadqiq etish orqali yangi matematik usullar ishlab chiqiladi. Bu usullar yordamida muammolarni tez va aniq tahlil qilish, kompleks tizimlarni optimallashtirish, yangi proektsiyalar va transformatsiyalar yaratish mumkin. 4-tartibli operatorli matritsaning spektral xossalari ko'plab ilmiy yo'nalishlarda, masalan, mexanika, elektronika, statistik analiz, tasodifiy jarayonlar va boshqalarda ahamiyatga ega. Matritsaning spektral tahlili orqali undan hosil bo'ladigan turli funksiyalar, ya'ni soddalashgan model yoki sistema olinadi. SHu jumladan, o'z qiymatlar va o'z vektorlar yordamida fizik jarayonlar, boshqa operatorlar ustida bajariladigan arifmetik amallar, algoritmlar va hisoblash metodlari ishlab chiqiladi [4].

O'z o'rnida qayd etish kerakki, 4-tartibli operatorli matritsalar chiziqli algebra kurslarida ilk bosqichda o'rgatiladi, ammo ularning spektral tahlili yuqori matematika va maxsus kurslarda mukammal yoritiladi. Matematiklar va injenerlar uchun bu sohada chuqur bilim olish, operatorlar nazariyasini o'rganish ahamiyatlidir. Bugungi kunda spektral tahlil matematik modellarning zamonaviy tahlil metodlaridan biri hisoblanadi. Umuman olganda, 4-tartibli operatorli matritsaning spektral xossalari - bu uning o'z qiymatlar, o'z vektorlar, spektral radius, spektr ko'rinishi, diagonalizatsiya imkoniyati, normasi, markaziy holatlari va barqarorliklardir. Mazkur xossalarni to'liq o'rganish natijasida ko'plab masalalarni qisqa va samarali yechish mumkin bo'ladi. Shu tariqa, 4-tartibli operatorli matritsaning spektral xossalarini chuqur o'rganish, chiziqli algebra va operatorlar nazariyasida asosiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Spektral tahlil — matematik analiz, fizika, injiniring sohalarida keng qo'llaniladigan metod bo'lib, ham nazariy, ham amaliy natija beradi. Operatorli matritsalar yordamida har xil muammolarni, jumladan, sistemalar barqarorligi, boshqariladigan obyektlarning boshlang'ich va natija holatlarini o'rgatadi. Aynan spektral tahlil orqali tizimlarning kelajakdagi holatini yoki evolyutsiyasini prognozlasha olish mumkin. Shu sababli, operatorli matritsaning spektral



xossalari bilish va ularni amalda qo'llash — har bir zamonaviy matematik va injener uchun zaruriyatdir [5].

4-tartibli operatorli matritsaning spektral xossalari o'rganishda algebraik va geometrik yondashuvlar mavjud. Algebraik jihatdan, xarakteristik tenglamani yechish, o'z qiymatlar va o'z vektorlarini topish bilan shug'ullaniladi. Geometrik tomondan, matritsaning qanday fazoda harakat qilishi, uning chiziqli operator sifatida qanday ta'sir ko'rsatishi chuqur tahlil qilinadi. Oxir-oqibat, spektral tahlil yordamida, har qanday chiziqli operatorni eng qulay ifoda keltirish, tizimning asosiy xususiyatlarini aniqlash va uni soddalashtirish imkoniyati paydo bo'ladi.

Xulosa:

Yakunda shuni aytish mumkin: 4-tartibli operatorli matritsaning spektral xossalari barcha ilmiy-texnik yo'nalishlarda chinakam muhim ahamiyat kasb etib, ularni to'g'ri tushunish va amalda qo'llash yuqori natijalarga olib keladi. Bu masalada mukammal bilim va ko'nikma hosil qilish, nafaqat nazariy, balki amaliy vazifalarni ham samarali yechish imkoniyatini yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abdullayev, S. (2019). "Chiziqli algebra asoslari va ularni amaliy tadbiqlari". Toshkent: Fan nashriyoti.
2. Akromov, D. (2020). "Matritsalar nazariyasi va uning fizikadagi qo'llanilishi". Samarqand davlat universiteti ilmiy ishlari, 11(3), 67-75.
3. Alimova, F. (2018). "Operatorlar nazariyasining asosiy masalalari". O'zbekiston matematika jurnali, 2(4), 25-33.
4. Begmatov, O., va Mamatqulov, E. (2021). "Matritsalar spektral xossalari va ularning hisoblash usullari". Oliy ta'lim, 5(2), 110-117.
5. G'aniyeva, S. (2017). "Chiziqli operatorlarning spektral tahlili". Andijon davlat universiteti ilmiy axborotnomasi, 1(1), 45-52.
6. Islomov, R. (2022). "Zamonaviy algebra va operatorli matritsalar nazariyasiga doir". Toshkent: Innovatsiya.



7. Karimov, M., va Ibrohimova, D. (2019). “Matritsalar algebrali va tahliliy masalalar”. Farg‘ona: Nosiriddin To‘raqulov nashriyoti.

8. Norqulova, Z. (2018). “Spektral nazariyada zamonaviy yondashuvlar”. Nukus davlat pedagogika instituti axborot gazetasi, 4(2), 88-94.