

SINGULAR QO'ZG'ATILGAN TENGLAMANI SPEKTRAL METOD BILAN MODELLASHTIRISH

Suvonov Sobir Uralovich

*Termiz davlat universiteti magistratura bo'limi Amaliy
matematika 124 guruh magistranti*

Annotatsiya: *Mazkur ishda singular qo'zg'atilgan differensial tenglamalarni spektral metod yordamida modellashtirish masalasi ko'rib chiqildi. Spektral metodlarning singular masalalarni yechishdagi samaradorligi tahlil qilindi hamda olingan natijalar aniqlik va yaqinlashuv nuqtayi nazaridan baholandi. Mening shaxsiy fikrimcha, spektral metodlar bunday turdagi tenglamalarni yechishda yuqori aniqlikni ta'minlaydi va amaliy hisoblashlar uchun qulay hisoblanadi.*

Kalit so'zlar: *singular qo'zg'atilgan tenglama, spektral metod, matematik modellashtirish, sonli yechim, yaqinlashuv, aniqlik, differensial tenglamalar, hisoblash matematikasi.*

Kirish. Hozirgi kunda matematik modellashtirish va hisoblash matematikasi sohasida murakkab differensial tenglamalarni samarali yechish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, singular qo'zg'atilgan tenglamalar ko'plab amaliy va nazariy muammolarni ifodalashi bilan ajralib turadi. Bunday tenglamalar fizika, mexanika, texnika va boshqa sohalardagi jarayonlarni modellashtirishda keng qo'llaniladi, biroq ularning singular xususiyati sababli an'anaviy sonli usullar yordamida yechim olishda muayyan qiyinchiliklar yuzaga keladi.

So'nggi o'tgan yillarda ushbu turdagi masalalarni yechishda yuqori aniqlikni ta'minlovchi zamonaviy usullarga bo'lgan ehtiyoj ortib bormoqda. Shu nuqtayi nazardan, spektral metodlar singular qo'zg'atilgan tenglamalarni modellashtirishda samarali yondashuv sifatida e'tiborni tortmoqda. Ular yechimning tez yaqinlashuvi va aniqligi bilan ajralib turadi hamda murakkab matematik modellarni tahlil qilish imkonini beradi. Mening shaxsiy mulohazam shuki, spektral metodlardan foydalanish nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy hisoblashlar jarayonida ham muhim ahamiyatga ega. Darhaqiqat, ushbu tadqiqot doirasida olib borilgan tahlillar va hisoblashlar spektral yondashuvning ustun tomonlarini yaqqol namoyon etdi. Shaxsiy tajribamdan kelib chiqib, laboratoriyamda tajriba o'tkazganda singular tenglamalar uchun spektral metodlar qo'llanilganda yechimlarning aniqligi va barqarorligi sezilarli darajada oshganini kuzatdim.

Tadqiqotlar metodologiyasi. Mazkur tadqiqot singulyar qo'zg'atilgan differensial tenglamalarni spektral metod yordamida modellashtirishga bag'ishlangan bo'lib, unda nazariy tahlil va amaliy hisoblashlar uyg'unligi asosiy metodologik tamoyil sifatida belgilandi. Tadqiqot jarayonida matematik modellashtirish, sonli tahlil va hisoblash eksperimentlari ketma-ket hamda o'zaro bog'liq holda olib borildi. Tadqiqotning dastlabki bosqichida singulyar qo'zg'atilgan tenglamalarning matematik mohiyati, ularning yechim xususiyatlari hamda mavjud sonli metodlar imkoniyatlari tahlil qilindi. Ushbu bosqichda spektral metodlarning nazariy asoslari, xususan, bazis funksiyalar tanlovi, yaqinlashuv tezligi va aniqlik ko'rsatkichlari o'rganildi. Mening shaxsiy mulohazam shuki, aynan spektral yondashuv singulyar masalalarni yechishda yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Tadqiqotning muhim metodologik jihatlaridan biri hisoblash eksperimentlarini laboratoriya sharoitida o'tkazishdan iborat bo'ldi. Metodologik yondashuvlarimdan kelib chiqib, spektral metod yordamida olingan natijalar klassik sonli usullar bilan solishtirildi va ularning ustun hamda zaif tomonlari baholandi. Ushbu solishtirma tahlil tadqiqot natijalarining ishonchliligini oshirishga xizmat qildi. Umuman olganda, mazkur tadqiqotda qo'llanilgan metodologiya singulyar qo'zg'atilgan tenglamalarni spektral metod asosida chuqur o'rganish, nazariy xulosalarni amaliy tajriba bilan mustahkamlash hamda aniq ilmiy natijalarga erishishga yo'naltirilgan.

Adabiyotlar sharhi. Singulyar qo'zg'atilgan differensial tenglamalarni yechish masalalari hisoblash matematikasida muhim o'rin egallaydi. Ushbu yo'nalishda olib borilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, an'anaviy sonli metodlar singulyar nuqtalar mavjud bo'lgan masalalarda yetarli aniqlikni har doim ham ta'minlay olmaydi. Men o'qigan adabiyotlardan ma'lum bo'lishicha, aynan shu muammo zamonaviy sonli usullar, xususan, spektral metodlarga bo'lgan qiziqishni kuchaytirgan. Mahalliy va xorijiy manbalarda spektral metodlarning nazariy asoslari keng yoritilgan. Chet el adabiyotlari orasida tahlillar olib borganimda, Chebishev va Legandr ko'phadlari asosidagi spektral yondashuvlar singulyar differensial tenglamalarni yechishda yuqori yaqinlashuv tezligiga ega ekanligi ta'kidlangan. Xorijiy tadqiqotchilar tomonidan olib borilgan ishlar spektral metodlarning barqarorligi va aniqligini nazariy jihatdan asoslab bergan. So'nggi yillarda e'lon qilingan ilmiy maqolalarda spektral metodlarning amaliy masalalarga tatbiqi, jumladan, fizik jarayonlar va muhandislik modellarini modellashtirishdagi imkoniyatlari keng yoritilgan. Chet el adabiyotlari orasida olib borilgan tahlillarim davomida singulyar qo'zg'atilgan tenglamalar uchun moslashtirilgan spektral algoritmlar mavjudligi aniqlanib, ularning samaradorligi tajriba natijalari bilan tasdiqlangan. Umuman olganda, mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, singulyar qo'zg'atilgan tenglamalarni spektral metod asosida

o'rganish ilmiy jihatdan yetarlicha asoslangan bo'lib, mazkur tadqiqot ushbu yo'nalishdagi mavjud ishlarga nazariy va amaliy jihatdan muhim hissa qo'shadi.

Tahlil va natijalar. Mazkur tadqiqot doirasida singulyar qo'zg'atilgan differensial tenglamalarni spektral metod asosida modellashtirish bo'yicha qator hisoblash tajribalari o'tkazildi. Hisoblashlar jarayonida tanlangan test masalalar spektral yondashuv yordamida yechildi hamda olingan natijalar an'anaviy sonli metodlar orqali olingan yechimlar bilan solishtirildi. Mening natijalarimdan kelib chiqib, spektral metod singulyar xususiyatga ega bo'lgan masalalarda yuqori aniqlikni ta'minlashini ko'rsatdi. Hisoblash tajribalari davomida yechimlarning yaqinlashuv tezligi va barqarorligi alohida tahlil qilindi. Men o'tkazgan tahlillardan kelib chiqib aytish mumkinki, spektral metodda bazis funksiyalar to'g'ri tanlanganda hisoblash xatoliklari sezilarli darajada kamayadi. Ayniqsa, singulyar nuqtaga yaqin sohalarida yechim sifati boshqa sonli usullarga nisbatan barqarorroq bo'ldi.

Olingan natijalar spektral metodlarning afzalliklarini yanada yaqqol namoyon etdi. Spektral yondashuv yordamida olingan yechimlar kam sonli tugunlar orqali ham yuqori aniqlikka erishish imkonini berdi. Bu esa hisoblash xarajatlarini kamaytirish va algoritmlarning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, tajriba natijalari spektral metodlarning parametrlar tanloviga sezgirligini ko'rsatdi. Mening natijalarimdan kelib chiqib, parametrlarni optimal tanlash yechimlarning yaqinlashuvini tezlashtirishi va umumiy xatolikni kamaytirishini kuzatish mumkin bo'ldi. Ushbu holat tadqiqot davomida ishlab chiqilgan metodologik yondashuvlarning to'g'riligini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, olib borilgan tahlillar va olingan natijalar singulyar qo'zg'atilgan tenglamalarni spektral metod asosida modellashtirish ilmiy va amaliy jihatdan samarali ekanligini ko'rsatdi. Olingan xulosalar kelgusida yanada murakkab matematik modellarni o'rganish va amaliy masalalarni yechishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu tadqiqot ishida singulyar qo'zg'atilgan differensial tenglamalar uchun chegaraviy masalani spektral metodlar yordamida sonli modellashtirish masalasi atroflicha o'rganildi. Tadqiqot davomida spektral metodlarning nazariy asoslari tahlil qilinib, ularning singulyar xususiyatga ega bo'lgan masalalarni yechishdagi imkoniyatlari baholandi. Mening shaxsiy mulohazam shuki, bunday turdagi tenglamalarni an'anaviy sonli usullar yordamida yechish ko'plab hollarda yetarli aniqlikni bermaydi. O'tkazilgan hisoblash tajribalari va tahlillar natijasida mening natijalarimdan kelib chiqib aytish mumkinki, Chebyshev polinomlari asosidagi spektral metodlar yechimdagi keskin o'zgarishlarni, xususan, chegaraviy qatlamlarni aniqlik bilan ifodalash imkonini beradi. Kam sonli bazis funksiyalardan foydalangan holda yuqori aniqlikka erishilishi spektral metodlarning asosiy ustun jihatlaridan biri ekanligi aniqlandi.

Xulosa qilib aytganda, mening shaxsiy tajribamga tayanib, spektral metodlar singulyar qo'zg'atilgan tenglamalarni yechishda yuqori aniqlik va samaradorlikni ta'minlaydi hamda

murakkab fizik, muhandislik va texnologik jarayonlarni modellashtirish uchun mustahkam matematik asos bo‘lib xizmat qiladi. Kelgusida ushbu metodlarni adaptiv va gibrid yondashuvlar bilan uyg‘unlashtirish orqali yanada murakkab masalalarni yechish istiqbollari mavjud.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Самарский А.А. Теория разностных схем. – Москва: Наука, 1989.
2. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Численные методы решения задач конвекции-диффузии. – Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2015. – 248 с.
3. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. – Москва: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.
4. Normurodov C., va boshqalar. Numerical simulation of the inverse problem for the vortex-current equation. // AIP Conference Proceedings. – 2022. – Vol. 2637, No. 1. – P. 040018.
5. Aliyev S. Statsionar konvektsiya–diffuziya masalalarini Python dasturiy muhitida sonli modellashtirish. // Eurasian Journal of Mathematical Theory and Computer Sciences. – 2022. – Т. 2, № 5. – В. 7–11.
6. Вабищевич П.Н. Численные методы: Вычислительный практикум. – Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 320 с.