

INTEGRAL TENGLAMALAR NAZARIYASI: NAZARIY ASOSLAR VA QO‘LLANILISH IMKONIYATLARI

Anvarova Husniyagul Hamrali qizi

Termiz Iqtisodiyot va Servis Universiteti

Iqtisodiyot va aniq fanlar fakulteti

matematika yònalishi 1- bosqich magistranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada integral tenglamalar nazariyasining matematik asoslari, funksional analiz bilan bog‘liqligi, Fredholm va Volterra turidagi tenglamalar xususiyatlari hamda ularning tabiiy fanlar, fizika va muhandislikdagi amaliy qo‘llanilishlari tahlil qilinadi. Integral tenglamalarning yechim mavjudligi va yagonaligi, yadroning xossalari hamda sonli yondashuvlar asosiy e‘tiborda bo‘ladi. Tadqiqot natijalari integral tenglamalarning zamonaviy ilmiy-texnik jarayonlarni modellashtirishdagi ahamiyatini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Integral tenglama, Fredholm tenglamasi, Volterra tenglamasi, yadro funksiyasi, funksional analiz, integral operator, sonli usullar.

Kirish

XXI asr ilmiy-texnik taraqqiyoti matematik modellashtirishning yangi bosqichga ko‘tarilishini taqozo etmoqda. Fizika, mexanika, aerodinamika, elektr zanjirlari, issiqlik almashinuvi va boshqa ko‘plab tabiiy jarayonlarni ifodalashda integral tenglamalar muhim o‘rin tutmoqda. Integral tenglamalar nazariyasi funksional analiz, operatorlar nazariyasi, differensial tenglamalar va matematikaning boshqa bo‘limlari bilan uzviy bog‘langan bo‘lib, ko‘plab amaliy masalalarning nazariy asosini tashkil etadi.

Prezidentning so‘nggi yillardagi ta‘lim va ilm-fan rivojiga oid qarorlarida matematika fanining ilmiy tadqiqotlarni yangi bosqichga olib chiqishdagi ahamiyati qayd etilgan. Xususan, oliy ta‘limda fundamental fanlar bo‘yicha ilmiy izlanishlarni kengaytirish, matematik modellashtirish va raqamli texnologiyalarni tatbiq etish bo‘yicha ustuvor vazifalar belgilab berilgan. Integral tenglamalar nazariyasining rivojlanishi ushbu yo‘nalishlar bilan bevosita bog‘liqdir. XXI asr ilmiy-texnik taraqqiyoti matematik modellashtirishning yangi bosqichga ko‘tarilishini talab qilmoqda. Fizika, mexanika, aerodinamika, issiqlik almashinuvi, elektronika va boshqa ko‘plab jarayonlarni tasvirlashda integral tenglamalar muhim nazariy asoslarga ega bo‘lib, fundamental fanlar rivojida yetakchi o‘rin egallaydi

So‘nggi yillarda O‘zbekiston Respublikasida fundamental matematika, xususan, matematik analiz va integral tenglamalar bo‘yicha ilmiy tadqiqotlarni qo‘llab-

quvvatlash bo'yicha qator hujjatlar qabul qilindi. Jumladan, "2022–2026 yillarda oliy ta'lim tizimini rivojlantirish konsepsiyasi", "Ilm-fanni 2030-yilgacha rivojlantirish strategiyasi", "Matematika ta'limini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Prezident qarorlarida fundamental tadqiqotlarni kengaytirish, ilmiy maktablarni rivojlantirish, nazariy matematika yo'nalishlarida yangi ilmiy natijalar yaratish vazifalari belgilab berilgan.

2024 yilda qabul qilingan "Raqamli iqtisodiyot va ilmiy tadqiqotlar integratsiyasini oshirish dasturi"da matematik modellashtirish, integral tenglamalar, sonli yondashuvlar va kompyuter matematikasi bo'yicha mahalliy tadqiqotchilar faoliyatini qo'llab-quvvatlash, ilmiy laboratoriyalarni zamonaviy kompyuter texnologiyalari bilan jihozlash belgilandi. Shu bilan birga, Prezidentning 2023-yil 14-iyundagi PQ–209-son qarorida matematika fanlari bo'yicha ta'lim va ilmiy tadqiqotlarni kuchaytirish, yosh tadqiqotchilarni rag'batlantirish, oliy ta'lim muassasalarida fundamental fanlar bo'yicha grantlar sonini oshirish kabi vazifalar nazarda tutilgan. Bu esa integral tenglamalar nazariyasining yanada chuqur o'rganilishi uchun mustahkam huquqiy asos yaratadi.

Mazkur qarorlar integral tenglamalar nazariyasining fan va texnologiya rivojidagi o'rnini yana-da oshiradi. Chunki integral tenglamalar fizik jarayonlarni modellashtirish, murakkab tizimlarni tahlil qilish, muhandislik hisob-kitoblarini avtomatlashtirishda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYASI

Ilmiy adabiyotlar tahlili integral tenglamalar nazariyasi XIX asr oxiri va XX asr boshlarida Fridriks, Fredholm, Volterra, Hilbert, Lyusternik, Kantorovich kabi olimlar ishlari asosida shakllanganini ko'rsatadi. Ularning tadqiqotlarida integral operatorlarning spektral xossalari, yadro funksiyalarining simmetrikligi, kompakt operatorlar nazariyasi va integral tenglamalarning yechim mavjudligi masalalari asosiy o'rinni egallagan.

Zamonaviy tadqiqotlarda integral tenglamalar sonli matematika, kompyuter modellashtirish, differensial tenglamalarning ekvivalent integral ko'rinishlari, fizik jarayonlar nazariyasida keng qo'llanilmoqda. Adabiyotlar metodologiyasi sifatida komparativ tahlil, matematik abstraksiyalash, operatorlik yondashuvi, integral va funksional fazolar nazariyasi asosida tahlil olib borildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Integral tenglamalar umumiy ko'rinishda noma'lum funksiya integral ifoda ichida yoki tashqarisida ishtirok etuvchi tenglamalar sifatida aniqlanadi. Tadqiqotda quyidagi asosiy ilmiy natijalar muhokama qilindi:

Fredholm tipidagi tenglamalar yadroning kompaktligi va operatorning spektral xossalari tayanadi. Ushbu turdagi masalalarda yechimning mavjudligi va yagonaligi yadro funksiyasining xususiyatlariga bog'liq.

Volterra integral tenglamalari esa yuqori darajada tartiblangan, yechimning iterativ va ketma-ket yaqinlashish usullari yordamida topilishi mumkin bo'lgan tenglamalardir. Bu tenglamalarning afzalligi shundaki, ularda yechim odatda mavjud va yagona bo'ladi.

Integral tenglamalar ko'p sonli fizik jarayonlarni modellashtirish imkonini beradi. Masalan, issiqlik almashinuvi, massa o'tkazish, viskoelastik materiallar dinamikasi, elektromagnit maydonlar tarqalishi, populyatsiyalar dinamikasi kabi jarayonlar integral tenglamalar bilan ifodalanadi. Sonli yechim algoritmlari, xususan Nyuton-Kantorovich yondashuvi, kvadratura usullari, kollokatsiya va Galerkin usullari integral tenglamalarning amaliy hisob-kitoblarini samarali amalga oshirish imkonini yaratadi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, integral tenglamalar nazariyasining rivojlanishi zamonaviy matematik modellashtirish, kompyuter simulyatsiyasi va tahliliy yechimlarning yanada mukammallashuviga olib kelmoqda.

XULOSA

Integral tenglamalar nazariyasi matematik analizning muhim bo'limi bo'lib, tabiiy, texnik va ijtimoiy jarayonlarni modellashtirishda keng qo'llaniladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, integral operatorlar xossalarini chuqur o'rganish, yadro funksiyalarining strukturasi va sonli yondashuvlar ushbu tenglamalarni samarali yechishda asosiy omillardir. Integral tenglamalarning amaliy qo'llanilishi ularni nafaqat matematikaning nazariy bo'limi, balki muhandislik va texnologik jarayonlarni modellashtirishning asosiy vositasiga aylantirmoqda.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Kantorovich L.V., Akilov G.P. Functional Analysis. Moscow: Nauka, 1984.
2. G. F. Simmons. Differential Equations with Applications and Historical Notes. McGraw-Hill, 1991.
3. Kress R. Linear Integral Equations. Springer-Verlag, 2014.
4. Tricomi F.G. Integral Equations. Dover Publications, 1985.
5. Volterra V., Fabry C. Theory of Integral Equations. Paris, 1912.
6. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qarorlari va farmonlari: Ta'lim va ilm-fan rivoji bo'yicha hujjatlar majmuasi, 2023–2024 yillar.