



**YUQORI TARTIBLI XOSILA OLDIDA KICHIK PARAMETR
BO'LGAN TENGLAMALARNI SONLI MODELLASHTIRISH**

Chori Normurodov Begaliyevich

TerDU, "Amaliy matematika" kafedrası professori,

Email: ch.normurodov@gmail.com

Elbek Choriyev Erkin o'g'li

Termiz Davlat Universiteti, "Amaliy matematika"

kafedrası magistranti. Email: elbekc8@gmail.com

Kalit so'zlar: differensial tenglama, modellashtirish, matematik model, chegaraviy shart, boshlang'ich shart.

1. Kirish:

• Yuqori tartibli differensial tenglamalar (ya'ni, n -chi tartibli hosilasi mavjud bo'lgan tenglamalar) real tizimlarni tavsiflashda keng qo'llaniladi. Bu tenglamalar, masalan, fizikada, mexanikada, kimyo va biologiya sohalarida kuzatiladigan jarayonlarning modellashtirishida muhim ahamiyatga ega.

• Kichik parametrlar (masalan, $\epsilon \rightarrow 0$) mavjud bo'lgan tizimlar uchun, yuqori tartibli hosilalar o'zining xususiyatlariga ko'ra, yechimning xatoliklarini kamaytirish va tahlil qilishni talab qiladi. Bu masala sonli yechimlar orqali samarali hal qilinadi.

• Maqola yuqori tartibli hosila oldidagi kichik parametr bo'lgan tenglamalarni sonli usullar yordamida yechishning metodologiyasini ko'rib chiqadi.

2. Matematik model: Yuqori tartibli tenglama umumiy ko'rinishda quyidagicha bo'lishi mumkin:

$$\epsilon \frac{d^n u(x,t)}{dt^n} = \frac{d^m u(x,t)}{dx^m} + f(x,t,\epsilon),$$

bu yerda $u(x,t)$ — tizimning holati, $f(x,t,\epsilon)$ — tashqi kuchlar yoki manba, ϵ — kichik parametr, n — yuqori tartibdagi hosilaning darajasi va m — makon bo'yicha hosilalar tartibi.

• **Boshlang'ich shartlar:** $u(x,0)=u_0(x)$, $\frac{\partial^k u(x,t)}{\partial t^k}|_{t=0} = u_k(x)$ ($k=1, 2, \dots, n-1$).

• **Chegaraviy shartlar:** $u(0,t)=\mu_1(t)$, $u(1,t)=\mu_2(t)$.

3. Kichik parametr bo'yicha tenglamalarni yechish usullari:

• **Asimptotik yondashuvlar:** Kichik parametr ϵ ning ta'siri yengil bo'lishi uchun, tenglamaning asimptotik yechimlari o'rganiladi. Bu yondashuvlar sonli usullarni qo'llashda yordam beradi, chunki $\epsilon \rightarrow 0$ bo'lganda tizimning yechimi oddiyroq bo'ladi.

• **Vaqt va makon bo'yicha discretizatsiya:** Yuqori tartibli hosilalarni discretizatsiya qilish uchun, vaqt va makon bo'yicha to'g'ri va noto'g'ri tarmoqlash usullari qo'llaniladi. Bu usullar orqali, yuqori tartibli hosilalarning xatoliklarini kamaytirish mumkin.





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS

• Sonli metodlar:

- **Ayirmali sxemalar** yordamida yuqori tartibli hosilalar uchun yondashuvlar taklif etiladi.

- **Runge-Kutta usuli:** Vaqt bo'yicha yuqori tartibli differensial tenglamalar uchun yuqori aniq usul sifatida qo'llaniladi.

- **Progonka usuli:** Matritsalarini yechishda ishlatiladigan va yuqori tartibli tenglamalarni sonli ravishda yechish uchun samarali usul hisoblanadi.

4. Sonli modellashtirish: Yuqori tartibli tenglamalarni sonli yechishning samarali usullari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- **Vaqt va makon bo'yicha tarmoqni tuzish:** Bu tarmoqlash orqali, vaqt va makon bo'yicha tenglamaning sonli qiymatlari hisoblanadi. τ — vaqt bo'yicha qadam, h — makon bo'yicha qadam.

- **Ayirmali sxemalarni aniqlash:** Yuqori tartibli hosilalarni aniqlash uchun, noaniqliklar va xatoliklarni kamaytirish maqsadida tarmoqlash sxemalari ishlab chiqiladi.

- **Chegaraviy shartlar:** Sonli modellashtirishda, chegaraviy shartlar ham diskretizatsiya qilinadi va bu parametrlar yechimga ta'sir qiladi.

5. Sonli metodlarni qo'llashda xatoliklar:

- **Diskretizatsiya xatoligi:** Ayirmali sxemalar yordamida diskretizatsiya jarayonida xatolik yuzaga keladi, bu xatolikni kamaytirish uchun kichik qadamlar va yuqori darajadagi usullar qo'llaniladi.

- **Asimptotik xatoliklar:** Kichik parametr bo'yicha asimptotik xatoliklar o'zgarishini tahlil qilishda yondashuvlar yordamida xatoliklar aniqlanadi va minimallashtiriladi.

- **Yuqori tartibli hosila xatoliklari:** Yuqori tartibli hosilalar uchun o'rganilgan metodlar, masalan, yuqori tartibli Runge-Kutta usullari, bu xatoliklarni aniqlash va kamaytirishga yordam beradi.

6. Qo'llanishlar:

- Yuqori tartibli differensial tenglamalar ko'plab fizik, mexanik va muhandislik tizimlarida qo'llaniladi. Masalan, suvning haroratini va mexanik tebranishlarni modellashtirishda, aerodinamik tizimlar va elastik materiallarning xususiyatlarini o'rganishda ushbu metodlar muvaffaqiyatli qo'llanadi.

- Sonli usullar yordamida real tizimlarning modellashtirilgan natijalari nafaqat ilmiy tadqiqotlarda, balki muhandislik amaliyotida ham qo'llaniladi.

7. Xulosa:

- Yuqori tartibli hosilalar bo'lgan tenglamalarni sonli modellashtirish yuqori darajadagi matematik va kompyuter metodlarini talab qiladi. Kichik parametrlar yordamida bu tenglamalarni yechishda yangi usullar va metodlar ishlab chiqilgan.

- Ayirmali sxemalar, Runge-Kutta va progonka usullari kabi sonli metodlar samarali yechimlar olishda muhim ahamiyatga ega.





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC
SOLUTIONS

- Ushbu metodlarni qo'llash orqali, fizik va muhandislik tizimlarini yanada samarali modellashtirish va tahlil qilish mumkin.

Ushbu tezis yuqori tartibli hosilalar va kichik parametr bo'yicha tenglamalarni sonli yechishda qo'llaniladigan metodlarning asosiy g'oyalari va usullarini yoritadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. **Lions, J.L., Magenes, E.** (1972). *Non-homogeneous Boundary Value Problems and Applications*. Springer-Verlag, Berlin.
2. **Kirk, D.E.** (2011). *Optimal Control Theory: An Introduction*. Dover Publications.
3. **Ascher, U., Greif, C.** (2000). *Numerical Methods for Differential Equations*. SIAM, Philadelphia.
4. **Butcher, J.C.** (2016). *Numerical Methods for Ordinary Differential Equations*. Wiley, Hoboken.
5. **Iserles, A.** (2009). *A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations*. Cambridge University Press.

