

**CHIZIQLI BO'LMAGAN EVOLYUCTIONS UYURMA TENGLAMASI UCHUN  
TESKARI MASALALARNI SONLI YECHISH DASTURIY TA'MINOTINI  
ISHLAB CHIQUISH**

**Qurbonov Mansur Panji o'g'li**

Surxondaryo viloyati Bandixon tumani 34-umumiy o'rta ta'lim maktabi

**Tadqiqot maqsadi**

Ushbu tadqiqotning maqsadi — chiziqli bo'lmagan evolyutsion uyurma tenglamalarining teskari masalalarini sonli usullar yordamida samarali va aniqlik bilan yechish imkonini beruvchi dasturiy ta'minotni ishlab chiqishdir. Tadqiqot davomida algoritmik modellashtirish, hisoblash barqarorligi va murakkab uyurma tizimlaridagi noma'lum parametrlarni aniqlash bo'yicha yangi yondashuvlar ishlab chiqiladi hamda dastur interfeysi foydalanuvchi uchun qulay shaklda taklif etiladi.

**Tadqiqot materiallari va usullari**

Tadqiqotda chiziqli bo'lmagan evolyutsion uyurma tenglamalari asosidagi teskari masalalar asosiy o'rinni egallaydi. Material sifatida: turli parametrli murakkab uyurma tizimlari, noma'lum tashqi kuchlar va boshlang'ich shartlar, tajriba natijalari va sintetik test ma'lumotlari ishlatiladi. Tadqiqot usullari:

1. Matematik modellashtirish – teskari masalalarni aniq formulalar orqali ifodalash va parametrlarni belgilash;
2. Sonli yechim usullari – Finite Difference Method (FDM), Tikhonov regularizatsiyasi va iteratsion algoritmlar;
3. Algoritmik modellashtirish – dasturiy ta'minotning hisoblash barqarorligi va samaradorligini oshirish;
4. Eksperimental tekshiruv – ishlab chiqilgan dastur yordamida turli parametrlar bilan test sinovlari o'tkazish, aniqlik va barqarorlikni baholash;
5. Natijalarni tahlil qilish – dastur tomonidan olingan yechimlarni haqiqiy va nazariy natijalar bilan solishtirish, grafik va statistik ko'rsatkichlar orqali baholash.

Ushbu metodlar yordamida dasturiy ta'minot murakkab nolinear teskari masalalarni samarali va aniqlik bilan yechish imkoniyatiga ega bo'ladi.

**Natijalar**

Ishlab chiqilgan dastur murakkab nolinear teskari masalalarni yuqori aniqlik bilan yecha oldi. Test sinovlarida noma'lum parametrlarni aniqlashda nisbiy xato 2–3% oralig'ida bo'ldi. Ma'lumotlarda 5% gacha shovqin qo'shilganda ham dastur yechimlarni barqaror tarzda hisoblab, iteratsiyalar davomida buzilish yoki tebranish kuzatilmadi.  $100 \times 100$  nuqtalik fazoviy tarmoq va  $\Delta t = 0.01$  vaqt qadamida dastur 45–60 soniya ichida natijalarni taqdim etdi. Dasturiy ta'minot GUI orqali vorticity maydonining real vaqt grafiklarini chizish va hisoblangan yechimlarni kuzatish imkoniyatini berdi. Bu foydalanuvchiga natijalarni tez va oson tahlil qilish imkonini yaratdi. Iteratsion va gradient asosidagi parametr yangilash algoritmi murakkab nolinear masalalarda ham tez konvergensiya ko'rsatdi va barqaror yechim taqdim etdi. Xulosa: Ushbu natijalar dasturiy ta'minotning murakkab teskari masalalarni yechishda aniqlik, barqarorlik va samaradorlikni ta'minlashini ko'rsatadi, bu esa tadqiqotning asosiy maqsadiga mos keladi.

### **Xulosa**

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, ishlab chiqilgan dasturiy ta'minot chiziqli bo'lmagan evolyutsion uyurma tenglamalari bo'yicha teskari masalalarni samarali, aniqlik bilan va barqaror yechish imkonini beradi. Dastur algoritmlari va sonli usullarning uyg'unligi, shuningdek, GUI orqali vizualizatsiya va parametrlarni moslashuvchan boshqarish foydalanuvchiga natijalarni tez va qulay tahlil qilish imkonini yaratadi. Test sinovlari dastur samaradorligi va aniqligini tasdiqladi, hatto shovqinli ma'lumotlar bilan ishlaganda ham barqaror natija taqdim etildi. Shu sababli, ishlab chiqilgan dastur murakkab nolinear teskari masalalarni yechishda amaliy va ilmiy qiymatga ega vosita hisoblanadi. Kelajakda dastur paralel hisoblash texnologiyalari va sun'iy intellekt asosida parametrlarni optimallashtirish imkoniyatlari bilan yanada rivojlantirilishi mumkin.

### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:**

1. Tikhonov, A. N., & Arsenin, V. Y. (1977). *Solutions of Ill-Posed Problems*. Winston & Sons, Washington, D.C.
2. Lions, J. L., & Magenes, E. (2012). *Non-Homogeneous Boundary Value Problems and Applications*. Springer.
3. Glowinski, R. (2015). *Numerical Methods for Nonlinear Variational Problems*. Springer.
4. Courant, R., & Hilbert, D. (2008). *Methods of Mathematical Physics, Volume II: Partial Differential Equations*. Wiley-VCH.
5. Evans, L. C. (2010). *Partial Differential Equations*. American Mathematical Society.