

**“Tasdiqlayman”**  
**Toshkent shahridagi Turin**  
**politehnika universiteti rektori**  
**O.A. To‘ychiyev**  
2025-yil ” \_\_\_\_\_



**05.01.07 – «MATEMATIK MODELLASHTIRISH. SONLI USULLAR  
VA DASTURLAR MAJMUU» IXTISOSLIGI BO‘YICHA  
MUTAXASSISLIK FANIDAN TAYANCH DOKTORANTURAGA KIRISH  
IMTIHONI UCHUN DASTUR**

**TOSHKENT - 2025**

**Tuzuvchilar:** Fayazov K.S. – Tabiiy va matematika fanlari kafedrası professori, f.-m.f.d.

Xusanov K.A. - Tabiiy va matematika fanlari kafedrası professori, f.-m.f.n.

**Taqrizchi:** Hajiev I. - Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zMU, «Amaliy matematika va kompyuter tahlili» kafedrası dotsenti, f.-m.f.d.

Mazkur dastur universitet Kengashining 2025-yil 26-sentabrdagi majlisida muhokama qilinib, ma’qullangan (07/25-sonli bayonnoma).

## Kirish

Bugungi kunda dunyoda oliy ta'limdan keyingi ta'limni rivojlantirish bo'yicha ishlar jadal davom yetmoqda. Yurtimizda ham shunday shakllardan biri bo'lgan tayanch doktorantura-falsafa doktori (Doctor of Philosophy (Phd)) ilmiy darajasiga da'vogar izlanuvchilar uchun bir nechta qarorlar qabul qilindi. Shunday qarorlardan biri O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Oliy o'quv yurtidan keyingi ta'lim tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida" 2017-yil 16-fevraldagi PF-4958-son Farmoni ijrosini ta'minlash maqsadida Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 6-noyabrdagi 696-sonli qarorini aytish mumkin. Ushbu dastur ham aynan yuqorida keltirilgan qaror va farmonlar asosida qabul qilingan normativ-huquqiy hujjatlar asosida tuzilgan.

**Dasturning maqsadi.** "Matematik modellashtirish. Sonli usullar va dasturlar majmui" kirish imtihonining o'tkazilishidan maqsad oliy ta'limdan keyingi ta'lim tizimida ilmiy-pedagogik kadrlarni tayyorgarlik darajasini aniqlashdan iborat hisoblanadi.

**Dasturning vazifalari.** Ixtisosligi "Matematik modellashtirish. Sonli usullar va dasturlar majmui" bo'lgan tayanch doktorant va mustaqil izlanuvchilikka talabgorlar uchun kirish imtihon dasturi oliy ta'lim tizimidagi tabiatshunoslikning zamonaviy matematik masalalari, matematik modellashtirishda kompyuter texnologiyalari, ayirmali sxemalar nazariyasi kabi fanlar bo'yicha tushunchalarni o'z ichiga oladi.

## Asosiy qism

### II.I. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi:

#### Matematik modellashtirishda kompyuter texnologiyalari

Murakkab jarayonlarni nazariy tatqiq qilish usuli - hisoblash eksperimenti va uning bosqichlari. Chiziqli va chiziqsiz tenglamalar bilan tasvirlanadigan fizik jarayonlar. Boshlang'ich va chegaraviy masalalar qo'yish. Chiziqli va kvazichiziqli issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamalari va chiziqsiz sohalarida issiqlik tarqalish jarayonlarining modellari. Ko'p o'lchovli sohalarida chiziqsiz masalalarni sonli modellashtirish va vizuallashtirish (o'zgaruvchan yo'nalishlar usuli misolida). Ko'p o'lchovli sohalarida chiziqli issiqlik o'tkazish masalalari uchun o'zgaruvchilarni ajratish usuli. Ikki o'lchovli chiziqsiz issiqlik o'tkazish tenglamalari uchun Krank-Nikolson sxemasi: shablon, approksimatsiya tartibi, turg'unlik. Masalani yechish algoritmi va dasturini yaratish yoki matematik paketlardan foydalanish. Natijalarni vizuallashtirish. Ko'p o'lchovli sohalarida chiziqsiz masalalarni sonli modellashtirish va vizuallashtirish (lokal bir o'lchovli sxema yordamida). Ko'p o'lchovli sohalarida chiziqsiz issiqlik o'tkazish masalalari uchun lokal bir o'lchovli usul. Masalani yechish algoritmi va algoritmik tillar yoki matematik paketlardan foydalanib dasturini yaratish. Natijalarni vizual taqdim etish. Giperbolik turdagi tenglamalar uchun chegaraviy masalalarni Fur'e usuli bilan yechish va sonli modellashtirish va vizuallashtirish.

Chiziqsiz tor tebranish masalalarini sonli modellashtirish. Chiziqsiz plastina tebranish masalalarini sonli modellashtirish. Chiziqsiz plastina tebranish masalalari uchun tejamkor sxemalar. Chiziqsiz giperbolik turdagi tenglamalarni sonli yechish algoritmi va dasturini yaratish.

Elliptik turdagi tenglamalar uchun chegaraviy masalalarni o'zgaruchilarga ajratish usuli bilan yechish va sonli modellashtirish va vizuallashtirish. Chiziqsiz elliptik turdagi tenglamalar uchun chekli ayirmali sxemalar. Chiziqsiz elliptik turdagi tenglamalarni sonli yechish algoritmi va dasturini yaratish. Natijalarni tekislikda va fazoda vizuallashtirish.

Plazmatik jarayonlarni modellashtirish. Lazerli termoyadro plazmasida chiziqsiz effektlar. Biologik jarayonlarni matematik modellashtirish. Biologiyada tebranish jarayonlari. Biologik populyatsiya jarayonlari. Epidemiya masalalari.

Natijalarni statistik qayta ishlash. Biologik statistika asoslari va biologik ma'lumotlarni qayta ishlash. Ishlab chiqarishni rejalashtirish masalalari (resurslarni ratsional taqsimlash masalalari, mahsulotlarning optimal assortimentini topish va boshqa masalalar). Optimallashtirish masalalari. Chiziqli dasturlash asoslari. Transport masalasi. Natijalarni vizual taqdim etish (grafiklar, diagrammalar, video materiallar, animatsiya va boshqalar).

### **Ayirmali sxemalar nazariyasi**

Birinchi va ikkinchi tartibli ayirmali tenglamalar. Oddiy ayirmali tenglamalar. Ayirmali tenglamaning umumiy yechimi. Ayirmali tenglama uchun chegaraviy masala. Oddiy differentsial tenglamalar uchun ayirmali sxemalar. Differentsial tenglamani ayirmali sxema bilan approksimatsiya qilish. Chekli ayirmali approksimatsiyalar. Ayirmali sxemalarning tug'unligi.

Oddiy differentsial tenglamalarga qo'yilgan aralash masalani sonli yechish. Umumiy samara: almashtirish samarasi va daromad samarasi. Almashtirish samarasini hisoblash, daromad samarasini hisoblash. Almashtirish samarasining ishorasi.

Ayirmali sxemalarning turg'unligi. Oddiy differentsial tenglamalarga qo'yilgan aralash masalani sonli yechish. Approksimatsiya xatoligi. Yaqinlashish tezligi. Ikkinchi tartibli oddiy differentsial tenglamalar uchun ayirmali sxemalar. Ikkinchi tartibli ayirmali operatorning xossalari. Ayirmali tengsizliklar va ayniyatlar.

Xususiy hosilali differentsial tenglamalarni yechish uchun ayirmali sxemalar. Diffuziya masalalari. Ayirmali sxemaning approksimatsiyasi, turg'unligi va yaqinlashishi. Chiziqsiz issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini sonli yechish uchun ayirmali sxemalar. Ko'p o'lchovli masalalar uchun ayirmali sxemalar. O'zgaruvchilarni ajratish usuli. Kuchsiz approksimatsiya. Yo'nalishlar bo'yicha ajratish usuli. Ko'p o'lchovli issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamalarini sonli yechish usullari. Ko'p o'lchovli ayirmali sxemalarni tadqiq qilish.

Prediktor-korrektor usuli. Bir o'lchovli masalalar uchun sxemalar. Ko'p o'lchovli holat. Chiziqli ko'chirish tenglamasi uchun ayirmali sxemalar. Chiziqli ko'chirish tenglamasi va Xopf tenglamasi misolida giperbolik tipdagi tenglamalarni sonli yechish usullari. Oqimga qarshi, o'ng, markaziy ayirmali sxemalar. Approksimatsiya xatoligi. Kurant-Fridriks-Levi shartlari. Umumlashgan yechimlarni hisoblash uchun ayirmali sxemalar tushunchasi. Umumlashgan yechim. Yechimning uzilish chizig'i va uning sharti. Sun'iy qovushqoqlikli sxema.

Gibrid ayirmali sxemalari. Laks - Vendroff, Mak-Kormak, Rusanov sxemalari. Fedorenko va Xartena (TVD- sxemalar) gibrid sxemalari. Turg'unlik operator darajasi normasining chegaralanganligi sifatida. O'tish operatori konstruktsiyasi. Aralash masala uchun ayirmali sxemani operator tenglama ko'rinishida tasvirlash. Operator darajasi normasini baholash usullari.

Integral ko'rinishdagi saqlanish qonunlariga asoslangan sxemalar. Integral ko'rinishdagi saqlanish qonunlariga asoslangan oshkormas sxemalarning asosiy konstruktsiyasi. To'r tenglamalarini yechish usullari.

To'r tenglamalarini yechish usullari. To'r qurish algoritmlarini realizatsiya qilish. Oddiy iteratsiya usuli.

### **Teskari va nokorrekt masalalarni yechish usullari**

Korrekt masala ta'rifi. To'lqin tenglamasi uchun Koshi masalasi va issiqlik tarqalish tenglamasi uchun Koshi masalasining korrektiligi. Nokorrekt masala tushunchasi. Nokorrekt masalalarga misollar. ChATS uchun shartlashganlik o'lchovi. Yomon shartlashgan ChATS.

Teskari masala ta'rif. Teskari masalalar turlari. Teskari masalalarga misollar. Nokorrekt va teskari masalaga keluvchi ba'zi amaliyot masalalarining matematik modelini qurish. Shartli korrektilik ta'rif. Tixonov teoremasi.  $I$ -korrektilik tushunchasi. Shartli korrektilikning fizik ma'nosi. Sonli differensiallash masalaning turg'unlik bahosi. Parabolik turdagi tenglama uchun teskari Koshi masalasining shartli turg'unlik bahosi. Laplas tenglamasi uchun Koshi masalasining shartli turg'unlik bahosi. A.N. Tixonov regulyarlashtirish usuli. M.M. Lavrentev regulyarlashtirish usuli. Birinchi tur integral tenglamalarning nokorrektiligi. Birinchi tur integral tenglamalarni regulyarlashtirish usullari bilan yechish. Issiqlik tarqalish tenglamasi uchun teskari masala. Chegaraviy teskari masala. Chiziqli giperbolik tenglama uchun teskari masala.

Yo'nalishini vaqt bo'yicha o'zgartiradigan parabolik tenglama uchun nokorrekt chegaraviy masala. Masalaning turg'unlik bahosi. Yagonalik va shartli turg'unlik teoremlari. Masalani regulyarlashtirish va kvazi-almashtirish usullari bilan taqribiy yechish.

Aralash turdagi differensial tenglama uchun nokorrekt chegaraviy masala. Masalaning nokorrektiligi. Yagonalik va shartli turg'unlik teoremlari. Regulyarlashtirish usuli bilan masalaning taqribiy yechimini qurish.

Birinchi tartibli operator koeffitsientli differensial tenglamalar. Masalaning nokorrektiligi va uning turg'unlik bahosi. Masalaning regulyarlashgan yechimini qurish. Ikkinchi tartibli operator koeffitsientli differensial tenglamalar. Masalani shartli korrektilikka tekshirish va regulyarlashtirish.

## **TAVFSIYA ETILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI**

### **Asosiy adabiyotlar**

1. Fayazov K.S. Hisoblash matematikasi, matematik fizika va analizning nokorrekt masalalarini yechish usullari. Toshkent. O'zMU, Universitet, 2001. -130 b.
2. Fayazov K.S., Xajiyev I.O. Nokorrekt va teskari masalalar. O'quv qo'llanma. –T.: "Ma'rifat", 2024. 176 bet.
3. Haydarov A., Kabiljanova F.A., Matyakubov A.S.. Matematik modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma. Toshkent: Universitet, 2023, 168 bet.
4. Isroilov M.I. Hisoblash metodlari. Toshkent, O'qituvchi, 1-qism, 2003, 2-qism, 2008.
5. Le Dret H., Lucquin B. Partial Differential Equations: Modeling, Analysis and Numerical Approximation Basel: Birkhauser, 2016. - 395p.
6. Normurodov Ch.B.. Ayirmali sxemalar nazariyasi. Darslik. Surxon-nashr, 2021, 234 bet.
7. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М., Наука, 1997.

### **Qo'shimcha adabiyotlar**

1. Jo'rayev G'U., Xudoyberganov M.O', Baxramov S.A. Ayirmali sxemalar nazariyasi elementlari. Toshkent. 2014y. 96b.
2. Richard L.Burden, J.Doudlas Faires. Numerical Analysis, Youngstown State University, Boston,USA, Brooks/Cole,2011.
3. Бухгейм А.Л. Введение в теорию обратных задач. Новосибирск, Наука. 1988. -184 с.
4. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Сибирское научное издательство, Новосибирск, 2008.
5. Лаврентьев М. М., Савельев Л. Я. Теория операторов и некорректные задачи. - 2-е изд., перераб. и дополн. Новосибирск: Изд-во Ин-та математики СОРАН, 2010. - 912 с.
6. Музафаров Х.А., Баклушин М.Б., Абдураимов М.Г. Математическое моделирование. Ташкент, Университет. 2002.

7. Самарский А.А. Введение в численные методы. Учеб. пособие для вузов. 3-е изд., стер. –СПб.: Изд. «Лань», 2005. – 288 с.
8. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука. 1974. - 305 с.

#### **Elektron resurslar:**

1. [www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)
2. [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru)
3. [www.mathnet.ru](http://www.mathnet.ru)

#### **Kirish imtihon savollari**

1. Chiziqli va chiziqsiz tenglamalar bilan tasvirlanadigan fizik jarayonlar
2. Boshlang'ich va chegaraviy masalalar qo'yish
3. Kvazichiziqli issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamalari va chiziqsiz sohalarda issiqlik tarqalish jarayonlarining modellari
4. Ko'p o'lchovli sohalarda chiziqsiz masalalarni sonli modellashtirish
5. Ko'p o'lchovli sohalarda chiziqli issiqlik o'tkazish masalalari uchun o'zgaruvchilarni ajratish usuli
6. Ikki o'lchovli chiziqsiz issiqlik o'tkazish tenglamalari uchun Krank-Nikolson sxemasi
7. Ko'p o'lchovli sohalarda chiziqsiz issiqlik o'tkazish masalalari uchun lokal bir o'lchovli usuli
8. Giperbolik turdagi tenglamalar uchun chegaraviy masalalarni Fur'e usuli bilan yechish va sonli modellashtirish
9. Chiziqsiz tor tebranish masalalarini sonli modellashtirish
10. Chiziqsiz plastina tebranish masalalarini sonli modellashtirish
11. Chiziqsiz giperbolik turdagi tenglamalarni sonli yechish algoritmi
12. Elliptik turdagi tenglamalar uchun chegaraviy masalalarni o'zgaruvchilarga ajratish usuli bilan yechish va sonli modellashtirish
13. Chiziqsiz elliptik turdagi tenglamalar uchun chekli ayirmali sxemalar
14. Plazmatik jarayonlarni modellashtirish
15. Lazerli termoyadro plazmasida chiziqsiz effektlar
16. Biologik jarayonlarni matematik modellashtirish
17. Biologiyada tebranish jarayonlari
18. Biologik populyatsiya jarayonlari
19. Epidemiya masalalari
20. Ishlab chiqarishni rejalashtirish masalalari (resurslarni ratsional taqsimlash masalasi)
21. Birinchi va ikkinchi tartibli ayirmali tenglamalar
22. Oddiy ayirmali tenglamalar
23. Ayirmali tenglamaning umumiy yechimi
24. Ayirmali tenglama uchun chegaraviy masala
25. Oddiy differentsial tenglamalar uchun ayirmali sxemalar
26. Differentsial tenglamani ayirmali sxema bilan approksimatsiya qilish
27. Chekli ayirmali approksimatsiyalar
28. Ayirmali sxemalarning tug'unligi
29. Oddiy differentsial tenglamalarga qo'yilgan aralash masalani sonli yechish
30. Ikkinchi tartibli oddiy differentsial tenglamalar uchun ayirmali sxemalar
31. Ayirmali tengsizliklar va ayniyatlar
32. Xususiy hosilali differentsial tenglamalarni yechish uchun ayirmali sxemalar
33. Chiziqsiz issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini sonli yechish uchun ayirmali sxemalar
34. Kuchsiz approksimatsiya
35. Ko'p o'lchovli issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamalarini sonli yechish usullari
36. Prediktor-korrektor usuli
37. Chiziqli ko'chirish tenglamasi va Xopf tenglamasi misolida giperbolik tipdagi tenglamalarni sonli yechish usullari

38. Oqimga qarshi, o'ng, markaziy ayirmali sxemalar
39. Approksimatsiya xatoligi
40. Kurant-Fridriks-Levi shartlari
41. Umumlashgan yechimlarni hisoblash uchun ayirmali sxemalar tushunchasi
42. Sun'iy qovushqoqlikli sxema
43. Gibrid ayirmali sxemalari
44. Laks - Vendroff, Mak-Kormak, Rusanov sxemalari
45. Fedorenko va Xartena (TVD-sxemalar) gibrid sxemalari
46. Turg'unlik operator darajasi normasining chegaralanganligi sifatida
47. O'tish operatori konstruktsiyasi
48. Operator darajasi normasini baholash usullari
49. Integral ko'rinishdagi saqlanish qonunlariga asoslangan oshkormas sxemalarning asosiy konstruktsiyasi
50. To'r qurish algoritmlarini tadbiq qilish
51. Oddiy iteratsiya usuli
52. Haydash usuli
53. To'liq tenglamasi uchun Koshi masalasining korrektligi.
54. Issiqlik tarqalish tenglamasi uchun Koshi masalasining korrektligi.
55. Nokorrekt masala tushunchasi. Nokorrekt masalalarga misollar.
56. ChATS uchun shartlashganlik o'lchovi. Yomon shartlashgan ChATS.
57. Teskari masala ta'rifi. Teskari masalalar turlari va ularga misollar.
58. Nokorrekt va teskari masalaga keluvchi ba'zi amaliyot masalalarining matematik modelini qurish.
59. Shartli korrektlik ta'rifi. Tixonov teoremasi.
60. I-korrektlik tushunchasi. Shartli korrektlikning fizik ma'nosi.
61. Sonli differensiallash masalaning shartli turg'unlik bahosi.
62. Parabolik turdagi tenglama uchun teskari Koshi masalasining shartli turg'unlik bahosi.
63. Laplas tenglamasi uchun Koshi masalasining shartli turg'unlik bahosi.
64. A.N. Tixonov regulyarlashtirish usuli.
65. M.M. Lavrentev regulyarlashtirish usuli.
66. Birinchi tur integral tenglamalarning nokorrektligi.
67. Birinchi tur integral tenglamalarni regulyarlashtirish usullari bilan yechish.
68. Issiqlik tarqalish tenglamasi uchun teskari masala.
69. Chegaraviy teskari masala.
70. Chiziqli giperbolik tenglama uchun teskari masala.
71. Yo'nalishini vaqt bo'yicha o'zgartiradigan parabolik tenglama uchun nokorrekt chegaraviy masalaning turg'unlik bahosi va yagonalik va shartli turg'unlik teoremlari.
72. Yo'nalishini vaqt bo'yicha o'zgartiradigan parabolik tenglama uchun nokorrekt chegaraviy masalaning regulyarlashtirish usuli bilan taqribiy yechish.
73. Aralash turdagi differensial tenglama uchun nokorrekt chegaraviy masalaning nokorrektligi.
74. Aralash turdagi differensial tenglama uchun nokorrekt chegaraviy masalaning yagonalik va shartli turg'unlik teoremlari.
75. Aralash turdagi differensial tenglama uchun nokorrekt chegaraviy masalani regulyarlashtirish usuli bilan taqribiy yechimini qurish.
76. Birinchi tartibli operator koeffitsientli differensial tenglamalar.
77. Birinchi tartibli operator koeffitsientli differensial tenglama uchun Koshi masalaning nokorrektligi va uning turg'unlik bahosi.
78. Birinchi tartibli operator koeffitsientli differensial tenglama uchun Koshi masalaning regulyarlashgan yechimini qurish.
79. Ikkinchi tartibli operator koeffitsientli differensial tenglama uchun Koshi masalani shartli korrektlikka tekshirish va regulyarlashtirish.

## **Baholash mezonlari**

### **05.01.07 - Matematik modellash. Sonli usullar va dasturlar majmui ixtisosligi bo'yicha imtihonni baholash mezonlari**

#### **86-100 ball olish uchun:**

- variant savollarining barchasiga to'g'ri javoblar yozilgan bo'lsa;
- dasturdan tashqari zamonaviy materiallardan xabardor bo'lishi;
- qonun-qoidalar, nazariya va taxminlar, tushunchalar va tasavvurlar, formula va tenglamalar to'g'ri yozilsa;
- bayonda ilmiy xatoliklarga yo'l qo'yilmay, material mazmunining ilmiy va mantiqiyliqi saqlansa;
- bayonda orfografik va grammatik kamchiliklar uchramasa.

#### **71-85 ball olish uchun:**

- savollarga yozilgan javoblar to'g'ri, ammo o'quv dasturi talablari doirasi bilan cheklangan;
- javoblarda ilmiylik buzilmagan;
- bayon mazmunida mantiqlik saqlangan;
- qonun-qoida, nazariya va taxminlar, tushuncha va tasavvurlar bayonida xatoliklar uchramasa;
- bayonda orfografik va grammatik xatolar uchramasa;
- berilgan topshiriqlarning bittasiga javob yozilmagan bo'lsa.

#### **55-70 ball olish uchun:**

- savollarning uchdan ikki qismiga to'g'ri javob yozilgan bo'lsa;
- savollarga yozilgan javoblar yuzaki, ammo ayrim xatoliklarni hisobga olmaganda, umuman to'g'ri;
- bayonda ba'zan mantiqiy chalkashliklar qayd etilsa;
- qonun-qoida, nazariya va taxminlar, tushuncha va tasavvurlarda ayrim noaniqliklarga yo'l qo'yilsa;
- bayonda orfografik va grammatik tomondan yaxshi bo'lmasa.

#### **0-54 ball kimga qo'yiladi:**

- savollarning uchdan ikki qismiga javob yozilmasa, yoki umuman javob yozilmagan bo'lsa;
- savollarga yozilgan javoblar aniq bo'lmasa yoki noto'g'ri bo'lsa;
- savollarga berilgan javoblar noaniq va mantiqiy chalkash bo'lsa;
- ilmiy xatoliklarga yo'l qo'yilsa;
- bayon matnida orfografik va grammatik xatolar ko'p bo'lsa.

**Kafedra mudiri**

**D.U. Tulyaganov**