

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI



«TASDIQLAYMAN»

Ilmiy ishlar va innovatsiyalar
bo'yicha prorektor

K.A. Samiyev

10 2025 y.

**05.01.07 – MATEMATIK MODELLASHTIRISH. SONLI USULLAR VA
DASTURLAR MAJMU'I**

ixtisosligi bo'yicha tayanch doktoranturaga kirish imtihoni

DASTURI

BUXORO -2025

Ushbu dastur “Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar” kafedrasining 2025 yil 5 sentabrdagi № 2 sonli yig'ilishida ko'rib chiqilgan va ma'qullangan.

Taqrizchilar:

Ravshanov N. – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti direktorinig ilmiy ishlar bo'yicha maslahatchisi, t.f.d., prof.

Jumaev J. – Buxoro davlat universiteti “Amaliy matematika va dasturlash texnologiyalari” kafedrasi dotsenti, f.-m.f.n.

Dastur Buxoro davlat universitetining Ilmiy kengashida ko'rib chiqilgan va tasdiqlangan (“30” 09 2025 yil 2 -son majlis bayoni).

KIRISH

Bugungi kunda respublika axborot kommunikatsiya tizimini isloh qilishni yanada chuqurlashtirish va uning barqarorligini oshirish, ishlab chiqarish faoliyatini va axborot kommunikatsiya tizimini baholashga nisbatan yondashuv va uslublarni tubdan o'zgartirish, uning umumqabul qilingan xalqaro prinsiplar, standartlar va me'yorlarga hamohang tarzda rivojlanishini ta'minlash mamlakatimizda amalga oshirilayotgan islohotlarning ustuvor yo'nalishlarini belgilash dolzarb vazifa bo'lib qolmoqda.

Ushbu ustuvor vazifani bajarishda yuqori bilimli, ilmiy, pedagogik faoliyatlarni bajara oladigan mutaxassislarni tayorlash, ularni xalq xo'jaligining turli tarmoqlariga keng safarbar etish asosiy vazifa bo'lib hisoblanadi.

Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va axborot kommunikatsiya tizimlari faoliyatini rivojlantirish zarurati mamlakatimizda Matematik modellash. Sonli usullar va dasturlar majmui" sohasida yetuk mutaxassislarni tayyorlashga bo'lgan talabni yanada oshirmoqda.

Dasturning maqsadi va vazifalari

Yo'nalish bo'yicha tayanch doktorantura (PhD)ga kiruvchilar uchun mo'ljallangan sinov dasturining asosiy maqsadi va vazifasi talabgorlarning turli matematik masalalarni yechishda, turli algoritmlarni sifatini va ishlatish imkoniyatlarini tahlil qila bilish hamda algoritmlarni yarata bilish ko'nikmalarni baholashdan iborat. Berilgan masalaning turini aniqlay olish va ma'lum algoritmlarni to'g'ri qo'llay bilish va ma'lum usullarning turg'unligini aniqlay bilish darajasini aniqlash. Talabgorlarning dasturlash tillarini qo'llagan holda kompyuterlarda masalalarni yecha olish va sonli hisob-kitob natijalarini malakali ravishda tahlil qila bilish bo'yicha bilim va malakasini baholashdan iborat.

Tayanch doktorantura (PhD)ga o'qishga kiruvchi talabgorlarning bilimiga, tayyorgarligiga va ko'nikmalariga qo'yiladigan talablar:

- yuqori darajadagi dasturlash tillarini, dasturiy ta'minotni, dasturlash texnologiyalarini, tadbiqiy va hisoblash matematikasi masalalarini yechish algoritmlarini, modulli tahlil va modulli dasturlash asoslarini, ob'ektga yo'naltirilgan va umumlashgan dasturlash usullarini bilish va ulardan foydalana olish;

- tadbiqiy masalalarni yechish algoritmini tuzish, matematik (kompyuter) modelini qurish va uning dasturiy ta'minotini yaratish, strukturali, ob'ektga yo'naltirilgan va umumlashgan dasturlash paradigmalarini qo'llash asosida ilovalarni yarata olish, dasturlashda, xisoblash texnikasi va dasturiy ta'minot imkoniyatlaridan samarali foydalanish, muammoga va ob'ektga yo'naltirilgan tillardan foydalanish, yaratilgan ilovalarni baholash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

MATEMATIK FIZIKA TENGLAMALARI

Xususiy hosilali differensial tenglamalar sinflari. Xususiy hosilali differensial tenglamalar va ularning yechimi haqida tushuncha. Matematik fizikaning asosiy tenglamalari va ularni keltirib chiqarish. Ikki o'zgaruvchili ikkinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamalarni kanonik ko'rinishga keltirish. Ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar uchun asosiy chegaraviy masalalarning qo'yilishi. Korrekt(to'g'ri) va nokorrekt qo'yilgan masala tushunchasi. Koshi-Kovalevskaya teoremasi. Adamar misoli. Giperbolik tipdagi tenglamaga olib kelinadigan oddiy masalalar. To'lqin tarqalish usuli. Dalamber formulasi. Bir jinsli bo'lmagan tenglama uchun Dalamber formulasi. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi. Birinchi chegaraviy masala. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun Koshi masalasi. Puasson formulasini keltirib chiqarish. Ketma-ket yaqinlashish usuli. Fredgolm va Volterraning ikkinchi tur integral tenglamasi. Laplas tenglamasi uchun Dirixle masalasining Grin funksiyasi. Shar uchun Dirixle masalasini yechish. Puasson formulasi. Yarim fazo uchun Dirixle masalasini yechish. Puasson formulasidan kelib chiqadigan ayrim muhim natijalar. Fure usuli. Bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan giperbolik tenglamalar. Parabolik tenglama. Shredinger tenglamasi. Elliptik tenglama. Misollar. Giperbolik tipdagi tenglamalar uchun aralash masala. Klassik yechim.

HISOBLASH USULLARI

Xatoliklar manbalari. Absolyut, nisbiy va limit nisbiy xatolik. Qiymatli va ishonchli raqamlar. Ishonchli raqamlar soni bilan limit nisbiy xatolik o'rtasidagi bog'lanish. Amal xatoliklari. Funksiya xatoligi. Xatolikning teskari masalasi.

Chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini yechishning aniq usullari. Teskari matritsani topish. ChATS (chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi)ni yechimini topishning iteratsion usullari. Iteratsion usullarning yaqinlashishi va xatoligi. Bir noma'lumli tenglamalarning ildizlari chegaralari, ildizlarni taqribiy topish: oddiy iteratsiya, Nyuton, vatarlar usullari va modifikatsiyalari. Chiziqsiz tenglamalar sistemasini yechishning iteratsion usullari. Xos son va xos vektorlarni topishning sonli usullari.

Funksiyalarni yaqinlashtirish usullari. Algebraik ko'phadlar bilan yaqinlashtirish. Interpolyatsion masala yechimining yagonaligi. Lagranj interpolyatsion formulasi va xatoligi. Ayirmalar nisbati va ularning xossalari. Nyutonning tengmas oraliqlar uchun interpolyatsion formulasi. Chekli ayirmalar va ularning xossalari. Teng oraliqlar uchun interpolyatsion formulalar. Splayn-yaqinlashtirish. Splayn interpolyatsiya.

Interpolyatsion kvadratur formulalar. Nyuton-Kotes tipidagi kvadratur formulalar, trapesiya, Simpson kvadratur formulalari va ularning xatoliklari. Karrali integrallarni hisoblash.

Oddiy differensial tenglamalar uchun qo'yilgan Koshi masalasini yechishning sonli usullari. Ketma-ket yaqinlashish, Eyler, Runge-Kutta usullari. Sistemalarni integrallash. Chegaraviy masalalarni yechishning sonli usullari. Progonka usuli. Variatsion masalaga keltirish va variatsion usullar. Galerkin, kollokatsiya, Rits usuli.

Matematik fizika masalalarini yechishning sonli usullari. Dastlabki tushunchalar. Chekli ayirmali sxemalar. Ayirmali approksimatsiya. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun ayirmali sxemalar. Ayirmali sxemada turg'unlik va yaqinlashish orasidagi bog'lanish. Ayirmali sxemalar uchun maksimum prinsipi. Puasson tenglamasi uchun qo'yilgan Dirixle ayirmali masalasining turg'unligi va yaqinlashishi. Ayirmali sxemalarning turg'unlik nazariyasi. Parabolik tipidagi masalalarni taqribiy yechish. Ayirmali sxemalardagi turg'unlik va yaqinlashish orasidagi bog'lanish. Chiziqlimas issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun ayirmali sxemalar. Ayirmali sxemalar uchun maksimum prinsipi. Ikki qatlamli ayirmali sxemalar turg'unligi va yaqinlashishini o'zgaruvchilarga ajratish metodi yordamida tadqiq etish. Ayirmali sxemalarning turg'unlik nazariyasi. Ikki va uch qatlamli ayirmali sxemalarning kanonik kurinishi va turg'unlik shartlari. Tejamli ayirmali sxemalar. To'r tenglamalarini yechishning iteratsion metodlari. To'r tenglamalarni yechish usullari. Matritsaviy progonka usuli. Dekompozitsiya metodi. (reduksiya). Matematik fizika masalarini yechishning variatsion va variatsion - ayirmali metodlari. Bazis funksiyalarni qurish usullari. Nostatsionar masalalar uchun chekli elementlar usuli. Giperbolik tenglamalar uchun xarakteristikalar metodi.

Integral tenglamalarni yechish usullari. Fredgolm tenglamasi. Birinchi tur Fredgolm tenglamasi Nokorrekt masalalarni yechish.

MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Matematik model, matematik modellashtirish tushunchalari. Matematik modellar turlari. Matematik modellashtirish va hisoblash eksperimentlari. Tizim modellari: statik, dinamik, konseptual, topologik, informatsion, mantiqiy-lingvistik, semantik. Tizim tahlilining asosiy metodik tamoyillari. Tizimli tahlil vazifalari. Tizimli tahlil muammolarini hal qilishda insonning roli.

Ilmiy tadqiqotlarda matematik modellarning asosiy maqsadi. Ularning dizayn va avtomatlashtirishda qo'llanilishi. Ishlab chiqilgan matematik modellarga talablar.

Matematik modellarni tadqiq etish usullari. Turg'unlik. Ishlab chiqilgan matematik model verifikatsiyasi. Matematik modellashtirishning intellektual yadrosi. . Modellashtirish bosqichlari. Qo'yilgan masalani dastlabki o'rganish. Masalining qo'yilishi va model turini aniqlash. Qo'yilgan masalaning korrektiligini asoslash. O'xshashlik va modelni tekshirish nazariyasining asoslari. Stoxastik tizimlarni modellashtirish. Sonli va imitatsion modellashtirish. Biologik populyatsiyalarning modellari. Ob'ektlarni o'rganishning axborot modellari. Dinamik tizim evolyutsion

matematik model sifatida. Tenglamalarni o'lchamsiz shaklga o'tkazish. Tenglamalarda birliklari tahlili.

Modelning adekvatligi va aniqligi. Matematik modellarni hisoblash tajribalarida qo'llash. Hisoblash tajribasining bosqichlari. Kompyuterda hisoblash tajribasini o'tkazish tamoyillari.

Issiklik tarkalishning chiziqsiz va chizikli matematik modeli. Chiziqsiz model va yangi chiziqsiz effektlar.

Chiziqsiz masalalar uchun integral munosabatlar usuli. Maksimum prinsipi va yechimlarni taqqoslash teoremasi. Chiziqsiz oddiy differensial tenglamalar uchun etalon tenglamalar usuli. VKB-yechimni qurish. Chiziqsiz ikkinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar uchun «etalon» tenglamalar usuli. Emden-Fauler tipidagi tenglamalarga keltiriladigan matematik modellar. Emden-Fauler tipidagi tenglamalar xossalari tadqiqoti. Emden-Fauler tipidagi tenglamalar uchun sonli sxemalar va natijani vizuallashtirish.

Hisoblash eksperimenti va uning bosqichlari. Fizik va matematik modellar. Matematik modelning adekvatligi. Hisoblash algoritmlari va ularning samaradorligini baholash mezonlari. Algoritmlarni nazariy tadqiq etish. Sonli metodlar nazariyasidagi asosiy masalalar. Matematik fizikaning tipik masalalari va ular uchun chegaraviy shartlarning qo'yilishi. Chizikli bo'lmagan jarayonlarni matematik modellashtirish.

Differensial masalalarni ayirmali approksimatsiyalash. Ayirmali tenglamalar. Ikkinchi tartibli ayirmali tenglamalar uchun Koshi masalasi. Chegaraviy masalalar. Haydash usuli, turg'unlikning yetarli sharti. Ayirmali sxemalar qurish usullari. Oshkor va oshkormas ayirmali sxemalar. Chegaraviy shartlarni approksimatsiya qilish usullari. Kvazichizikli issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun avtomodel yechim qurish. Kvazichizikli issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun turli xil oshkormas sxemalar. Ikki o'lchovli masalalarni sonli modellashtirishda tejamkor ayirmali sxemalar. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun o'zgaruvchan yo'nalishli usul. Ikki o'lchovli o'zgaruvchan koeffitsientli tenglama uchun ayirmali sxemalar. Empirik chizikli bog'lanishlar qurish. Chizikli bog'lanishlar parametrlarini aniqlashtirish usullari. Chiziqsiz bog'lanishlar uchun empirik formulalar qurish. Chiziqsiz bog'lanishlar parametrlarini aniqlashtirish usullari. Uch parametrli empirik formulalar qurish.

Chizikli tenglamalar sistemasini yechishning to'g'ri metodlari. Gauss metodi. Teskari matritsani topish. ChATS yechishning iteratsion metodlari. Iteratsion metodlarning yaqinlashishi va xatoligi Chebyshev parametrlari majmuasi bilan iteratsion metodlar Xos qiymat va xos vektorlarni topishning sonli metodlari Chiziqsiz tenglamalarni yechish Chiziqsiz tenglamalar sistemasini yechishning iteratsion metodlari Interpolyatsion kvadratur formulalar Karrali integrallarni hisoblash. Sonli integrallash masalasini yechishga funksional yondashish Oddiy diferensial tenglamalar uchun Koshi masalasini yechishning sonli metodlari. Sistemalarni

integrallash. Chegaraviy masalalarni yechish usullari Boshlang'ich tushunchalar. Chekli ayirmali sxemalar. Ayirmali approksimatsiya. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun ayirmali sxemalar. Ayirmali sxemadagi turg'unlik va yaqinlashish orasidagi bog'lanish Chiziqsiz issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi uchun ayirmali sxemalar. Ayirmali sxemalar uchun maksimum prinsipi Puasson tenglamasi uchun Dirixle ayirmali masalasining turg'unligi va yaqinlashishi Ikki qatlamli ayirmali sxemalar turg'unligi va yaqinlashishini o'zgaruvchilarni ajratish metodi yordamida tadqiq etish Ayirmali sxemalarning turg'unlik nazariyasi. Ikki va uch qatlamli ayirmali sxemalarning kanonik ko'rinishi va turg'unlik shartlari Matritsaviy progonka usuli. Fure metodi. Dekompozitsiya (reduksiya) metodi. To'r tenglamalarni yechishning iteratsion metodlari Variatsion va variatsion ayirmalar sxemalari Giperbolik tenglamalar uchun xarakteristikalar metodi. Integral tenglamalarni yechish usullari. Birinchi tur integral tenglamalar. Nokorrekt masalalarni yechish.

DASTURLASH ASOSLARI

Yuqori bosqichli dasturlash tillari. Ob'ektga mo'ljallagan dasturlash (S++, Visual C++, C#, Java). Strukturali va modulli dasturlash. Amaliy dasturlar paketini funksional to'ldirish. Kiruvchi axborotlarni tayyorlash va chiqarish. Amaliy dasturlar paketi va dasturiy tizimlar haqida tushuncha. Dasturlash texnologiyalari. Dasturiy majmua ishlab chiqishda dasturlash texnologiyalari. Dasturni ishlatish jarayonida xotirani taqsimlash. Axborot maydoni. O'zgaruvchilar, ularning tiplari. Massivlar. Massivlarning xotirada taqsimlanishi. Algoritmik tillar. Klasslar kutubxonasi. Dasturiy mahsulotni testlash. Natijalarni vizualizatsiyalash. Vizualizatsiya kutubxonalari. Foydalanuvchi grafik interfeysi.

Tayanch doktorantura (PhD)ga kiruvchilar uchun sinov imtihonining javoblarini baholash umumiy mezonlari

Ball	Bilim darajasi
1	2
86-100	Javoblarida fanning mavzulari va savollari bo'yicha ijodiy fikrlash mavjud bo'lsa, mamlakatimizda modernizatsiyalash jarayonlarini jadallashtirish, demokratik islohatlarni yanada chuqurlashtirish va fuqarolik jamiyatini rivojlantirish konsepsiyasidan kelib chiqqan vazifalarni bajarish yo'llari o'z aksini topgan bo'lsa, qo'yilgan muammoni yechish bo'yicha tavsiyalar bergan bo'lsa, savol bo'yicha javobda mustaqil mushohada yuritilgan bo'lsa, tavsiyalarni amaliyotga qo'llash tartiblari ko'rsatilgan bo'lsa

71-85	O'z javobida qo'yilgan savol bo'yicha mustaqil mushohada yuritgan bo'lsa, ularning mohiyatini deyarli to'liq ochib bergan bo'lsa, qo'yilgan muammoni yechish bo'yicha o'z tavsiyalarini bergan bo'lsa
55-70	Javobida fan bo'yicha variantga kiritilgan savollarga qisman javob bergan bo'lsa, asosiy tushunchalarga bergan izohi kam bo'lsada, mavjud bo'lsa
0-54	Javobida qo'yilgan savol mazmuni umuman yoritilmagan bo'lsa, izohlar mavjud bo'lmasa, ya'ni talaba javobida qo'yilgan savollar bo'yicha umuman tasavvurga ega emasligi aniq bo'lsa

Izoh: Tayanch doktoranturaga kirish imtihonlari bo'yicha topshiriladigan birinchi fan (mutaxassislik yoki chet tili) umumiy balining 50% dan kam ball to'plagan talabgorlar keyingi bosqichga o'tkazilmaydi.

**05.01.07 - “Matematik modellashtirish. Sonli usullar va dasturlar majmui”
ixtisosligi bo'yicha baholash mezonlari**

№	Umumiy ball	Tayanch doktoantura (PhD)ga kiruvchining bilim darajasi	Xususiy ball
Savol nazariy bo'lsa			
1	18-28	Qo'yilgan savollar mazmunan aniq yoritilib, demokratik islohotlar va jarayonlarning mazmunan mohiyati to'liq ochib berilgan;	8-10
		O'zbekistonda amalga oshirilayotgan iqtisodiy, ijtimoiy islohotlar tahlili va ularning amaliy samaralari, natijalari va hayotga tadbiq etilishi bo'yicha mustaqil, ijodiy fikr mavjudligi;	6-8
		Javoblarda mantiqiy yaxlitlikka erishilgan va umumiy xulosalar chiqarish qobiliyatiga ega;	4-6
		Imlo va stilistik xatolarga yo'l qo'yilmagan.	0-4
			18-28

2	13-19	Materialni chuqur tushunadi, savolga to'liq javob bergan, lekin ayrim noaniqliklarga yo'l qo'yagan, faktlarga to'g'ri baho bera olgan, mustaqil fikrlash va xulosalarni asoslay olish qobiliyatiga ega, javobda mantiqiy ketma-ketlikka amal qiladi, masalani hal qilishga umuman ijodiy yondasha olgan, Javobda doktorantura (PhD)ga kiruvchining mustaqil mushohada yuritish qobiliyati seziladi; Ijodiy yondoshuv mavjud; Muammoni tahlil qilish qobiliyatiga ega.	6-8 5-6 2-4 0-1
			13-19
3	4-8	Savolga javobda masalaning mohiyatini tushunilgan, ammo mazmun va natijalar yuzaki yoritilgan; Mushohada bayonida fikr tarqoqligi kuzatiladi; Javoblarda mantiqiylik tamoyili buzilgan; Tasavvurga ega, lekin tahlil yo'q.	2-3 1-2 1-2 0-1
			4-8
4	0-3	Savol bo'yicha aniq tasavvurga ega emas; Umuman javob yozilmagan; Noto'g'ri javob va ma'lumot berilgan; O'quv adabiyotidan aynan so'zma-so'z ko'chirilgan	0-3
Savol amaliy (masala yechish)bo'lsa			
1	14-18	Masalani yechishda ilmiy - ijodiy yondoshgan; Amaliy topshiriq tahlili va ularning amaliyotga tadbiq etilishi bo'yicha mustaqil, ijodiy fikr va	5-6

		mulohazalar mavjud, amaliy topshiriq to'liq bajarilgan; Javoblarda mantiqiy yaxlitlikka erishilgan va umumiy xulosalar chiqarish qobiliyatiga ega; Imlo va stilistik xatolarga yo'l qo'yilmagan;	5-5 4-5 0-2
			14-18
2	9-13	Javob to'g'ri yozilgan, ammo noaniqliklar, hisob-kitoblarda chalkashliklarga yo'l qo'yilgan, amaliy topshiriq to'liq bajarilmagan lekin yechimiga ilmiy-ijodiy yondashilgan; Javobda PhD doktoanturaga kiruvchining mustaqil mushohada yuritish qobiliyati seziladi; Ijodiy yondoshuv mavjud; Amaliy topshiriqni tahlil qilish qobiliyatiga ega;	5-6 3-4 1-2 0-1
			9-13
3	4-8	Masalaning mohiyati tushunilgan, ammo mazmun va natijalar yuzaki yoritilgan, amaliy topshiriq to'liq bajarilmagan; Mushohada bayonida va topshiriqni yechishda fikr tarqoqligi kuzatiladi; Javoblarda mantiqiylik tamoyili buzilgan. Topshiriqni yoritishda va uni amaliy jihatdan asoslashda tasavvurga ega, ammo tahlil va xulosa yo'q;	3-4 1-2 1-1 0-1

			4-8
4	0 – 3	Masalaning qo'yilishi bo'yicha aniq tasavvurga ega emas; Umuman javob yozilmagan; amaliy topshiriqning yechimi yo'q; Noto'g'ri javob va ma'lumot berilgan; O'quv adabiyotidan aynan so'zma-so'z ko'chirilgan.	0-3

TAVSIYA ETILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

Darslik va o'quv qo'llanmalar

1. Isroilov. M.I. Hisoblash metodlari. Toshkent, O'qituvchi, 1-qism, 2003, 2-qism, 2008.
2. Aripov M. Tabiatshunoslik va texnologiyalarda amaliy matematika. Toshkent. 2013. 1-2 qism.
3. Isroilov M.I. Hisoblash metodlari. 1-qism. Toshkent, O'qituvchi, 2003.
4. Isroilov M.I. Hisoblash metodlari. 2-qism. Toshkent, O'qituvchi, 2008.
5. Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырский П.И. Вычислительные методы высшей математики. 1,2-том. Минск, Высшая школа. 1972, 1975.
6. Абуталиев Ф.Б., Нармурадов Ч.Б. Математическое моделирование проблемы гидродинамической устойчивости.-Ташкент, 2011,188 с
7. Normurodov Ch.B., Xolliev F.B. "Hisoblash usullari" fanidan amaliy ishlarni bajarish uchun uslubiy ko'rsatmalar.-Termiz, 2014, 36 bet
8. Вагнер Г. Основы исследований операции. Т. 1–3. М.: Мир. 1972-73.
9. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях. М.: Мир, 1974.
10. Зайченко Ю. Б. Исследование операций. Киев. 1979.
11. Таха Х. Введение в исследование операций. Т. 1, 2. М.: Мир. 1981.
12. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. -М., Наука. 1989.
13. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. Изд.6-е. М.: МГУ, 1999.

14. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1981.
15. Треногин В.А. Функциональный анализ. М.: Наука, 1980.
16. Лебедев В.И. Функциональный анализ и вычислительная математика. Изд.4-е. М.: Физматлит, 2000.
17. Воеводин В.В. Вычислительные основы линейной алгебры. М.: Наука, 1977.
18. Демидович Б.П., Марон А.А. Основы вычислительной математики. Физматгиз. 1961.
19. Сборник задач по методам вычислений. Под редакцией Монастырного П.И. Минск, Выща школа. 1983.
20. Копченкова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах. – М., Наука. 1972.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Ismatullaev G'.P., Jo'raev G.U. Hisoblash usullaridan metodik qo'llanma. Toshkent, Universitet. 2007.
2. Ismatullaev G'.P., Kosbergenova M.S. Hisoblash usullari. O'quv qo'llanma. Toshkent: tafakkur bo'stoni, 2014.
3. Aloev R.D., Xudoyberganov M.O'. Hisoblash usullari kursidan laboratoriya mashg'ulotlari to'plami. O'zMU.O'quv qo'llanma. 2008 y.110b.
4. Воробева Г.Н., Данилина А.Н. Практикум по численным методам. – М., 1979.
5. Годунов С.К. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1972г.
6. Годунов С.К., Рябенкий В.С. Разностные схемы, – М., «Наука», 1973
7. Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные методы решения задач газовой динамики. М. Наука. 1992г.
8. Г.И.Марчук, В.И.Агошков Введение в проекционно-сеточные методы - М.:Наука.1981г.
9. С.Г.Михлин. Вариационные методы в математической физике. – М.: Наука, 1970г
10. Juan L. Vazquez. The Porous medium equation. Mathematical theory, Oxford Mathematical Monographs, Oxford University Press, 2007. 183.

11. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Наука, М. 2005, 480с
12. А. А. Самарский, В. А. Галактионов, С. П. Курдюмов, А. П. Михайлов. Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. Наука, М. 1987, 480с
13. Арипов М. М. Методы эталонных уравнений для решения нелинейных краевых задач. Тошкент Фан, 1988, 137 С.
14. Wanjuan Du, and Zhongping Li Critical exponents for heat conduction equation with a nonlinear Boundary condition Int. Journal of Mathematic Analysis 2013 vol. 7, 11, 517-524
15. Le Dret H., Lucquin B. Partial Differential Equations: Modeling, Analysis and Numerical Approximation Basel: Birkhauser, 2016. - 395p.
16. Smith G.D. Numerical Solution of Partial Differential Equations: finite difference methods 3rd ed. — Oxford University Press, 1986. 350 p.
17. Nicholas J. Higham. Accuracy and Stability of Numerical Algorithms. second Edition. Society for Industrial and Applied Mathematics Philadelphia. 2002.
18. V. Lakshmikantham. Theory of Difference Equations. Numerical Methods and Applications. ACADEMIC PRESS, INC. 1988.
19. Richard L. Burden, J. Douglas Faires. Numerical Analysis, Youngstown State University, Boston, USA, Brooks/Cole, 2011.
20. Scott L.R. Numerical Analysis. Princeton University Press, 2011. - 342 p.
21. John A. Trangenstein. Numerical solution of hyperbolic partial differential equations. Department of mathematics, Cambridge university press/USA. 2007. - 597p.
22. Agarwal R.P., Wong P.J.Y. Advanced Topics in Difference Equations. New York: Springer, 2010. - 514p
23. Zhongping Li, Wanjuan Du, Chunlai Mu Fujite Critical exponent for a fast diffusive equation with variable coefficients. Bull. Korean Math Soc. 2013, vol. 50, 1, 105-116

24. Aripov M. Sadullaeva Sh. To properties of solutions to reaction diffusion equation with double nonlinearity with distributed parameters. Journal of Siberian Federal university Mathematics&Physics 2013 , 6, (2), 150-156
25. P. Zheng, Ch. Mu, D. Liu, X. Yao and Sh. Zhou. Blow-up analysis for a quasilinear degenerate parabolic equation with strongly nonlinear source. Abstract and Appl. Anal. vol 2012. Article ID 109546. 19 pages.
26. C. Jin, J. Yin, Critical exponents and non-extinction for a fast diffusive polytropic filtration equation with nonlinear boundary sources, Nonlinear Anal. 67 (2007) 2217–2223 480–489.
27. Z. Wang, J. Yin, C. Wang, Critical exponents of the non-Newtonian polytropic filtration equation with nonlinear boundary condition, Appl. Math. Lett. 20 (2007) 142–147
28. J. Zhou, C. Mu, Critical curve for a non-Newtonian polytropic filtration system coupled via nonlinear boundary flux, Nonlinear Anal. 68 (2008) 1–12.
29. Z. Li, Ch. Mu. Critical exponents for a fast diffusive polytropic filtration equation with nonlinear boundary flux. J. Math. Anal. Appl. 346 (2008) 55-64.
30. W. Zejia, Y. Jingxue, W. Chunpeng. Critical exponents of the non-Newtonian polytropic filtration equation with nonlinear boundary condition. Appl. Math. Lett. 20 (2007) 142-147.
31. E. Chasseigne, J.L. Vázquez, Theory of extended solutions of fast diffusion equations in optimal classes of data. Radiation from singularities, Arch. Ration. Mech. Anal. 164 (2002) 133–187.
32. Z.Q. Wu, J.N. Zhao, J.X. Yin, H.L. Li, Nonlinear Diffusion Equations, World Scientific, Singapore, 2001.
33. Aripov M. Asymptotes of the Solutions of the Non-Newton Polytropic Filtration equation. ZAMM 2000 vol. 80, Sup. 3, p. 767-768.
34. Aripov M. One invariant group method for the quasilinear equations and their system. Proceedings of the International Conference on Mathematics and its applications in the new Millennium. Malaysia, 2000 p.535-543.
35. Aripov M. Self-similar and approximately self-similar method for solving of

- problems of nonlinear unsteady a filtration. J. Science and Engineering 1999 vol. 3, p. 239-247, Turkey.
36. Aripov M. Approximate Self-similar Approach for Solving of the Quasilinear Parabolic Equation. Experimentation, Modeling and Computation in Flow Turbulence and Combustion, Willey&Sons (1997).vol.2, 9-26.
37. Galaktionov V.A., Levine H.A., On critical Fujita exponents for heat equations with nonlinear flux boundary condition on the boundary, Israel J. Math. 94 (1996) 125–146.
38. C.V. Pao, Nonlinear Parabolic and Elliptic Equation, Plenum, New York, 1992.
39. Калашников А.С. Некоторые вопросы качественной теории нелинейных вырождающихся параболических уравнений второго порядка. УМН. 1987. Т.42. Вып. 2 (254). 135-176.
40. Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. М. Наука. 1988, 170 С.
41. Дж. Маккарти. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. М. Мир. 1983, 396 С.
42. Самарский А.А. Теория разностных схем. Наука. М.: 1983 г.
43. Калиткин Н. Н. Численные методы. Наука. М.: 1978 г.
44. Тихонов А. Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. Наука М, 1972.
45. Самарский А.А., Соболев И. М. Методы расчёта температурных возмущений. ЖВМ и ФМ 1963 г. №5.
46. Deng K., Levine H.A. The role of critical exponents in blow-up theorems: The sequel, J. Math. Anal. Appl. 243 (2000) 85–126.
47. Ferrero R., A. de Pablo, G. Reyes, A. Sánchez. The interfaces of an inhomogeneous porous medium equation with convection, Comm. Partial Diff Equations 31 (2006) 497–514.

Kafedra mudiri:



T.R. Shafiyev