

M.I. ISROILOV

HISOBLASH METODLARI

II qism

O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim,
fan va innovatsiyalar vazirligi oliy o'quv yurtlari
talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etgan

TOSHKENT - 2025

51
I-82

TAVSIFLANDI

UO'K 519.6(075.8)
KBB 22.19ya73
I-82

Isroilov, M.I. Hisoblash metodlari II qism [Matn] / M.I. Isroilov. -
Toshkent: O'qituvchi nashriyoti, 2025.- 344 b.

Taqrizchilar:

M.M. Aripov – Fizika-matematika fanlari doktori, professor,
O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan ta'lim xodimi.

A.R. Hayotov – O'zR FA V.I. Romanovskiy nomidagi Matema-
tika institutining Hisoblash matematikasi laboratoriyasi mudiri, fizika-
matematika fanlari doktori, professor.

554148

**TTYSI
AXBOROT-RESUR
MARKAZI**

Mundarija

M.Isroilovning "Hisoblash metodlari" nomli kitobiga so'zboshi	8
So'zboshi	10
8 ODDIY DIFFERENSIAL TENGLAMALAR UCHUN KOSHI MASALASINI YECHISHDA TAQRIBIY METODLAR	12
8.1 Koshi masalasini taqribiy yechishning analitik metodlari . . .	13
8.1.1 Ketma-ket yaqinlashish metodi	13
8.1.2 Darajali qatorlar metodi	17
8.2 To'rtta eng sodda sonli metod	21
8.2.1 Eyler metodi (siniq chiziqlar metodi)	21
8.2.2 Eylarning takomillashtirilgan metodi	26
8.2.3 Eyler-Koshining takomillashtirilgan metodi	27
8.2.4 Iteratsion ishlov berilgan Eyler-Koshining takomil- lashtirilgan metodi	28
8.3 Runge-Kutta metodlari	29
8.3.1 Umumiy tushunchalar	29
8.3.2 Birinchi tartibli Runge-Kutta metodi	32
8.3.3 Ikkinchi tartibli Runge-Kutta metodi	33
8.3.4 Uchinchi tartibli Runge-Kutta metodi	34
8.3.5 To'rtinchi tartibli Runge-Kutta metodi	36
8.3.6 Runge-Kutta metodining qadamdagi xatoligi. Runge prinsipi	38
8.3.7 Kutta-Merson metodi	40
8.3.8 Oddiy differensial tenglamalar sistemasini yechish uchun Runge-Kutta metodlari	41
8.3.9 Bir qadamli metodlarning yaqinlashishi	43

8.4	Ko'p qadamli ayirmali metodlar	48
8.4.1	Masalaning qo'yilishi	48
8.4.2	Ko'p qadamli metodlardagi approksimatsiyaning xatoligi	49
8.4.3	Adamsning ekstrapolyatsion metodlari	53
8.4.4	Adamsning interpolatsion metodlari	59
8.4.5	Ko'p qadamli ayirmali metodlarning turg'unligi, yaqinlashishi va xatoligini baholash	65
8.4.6	Oddiy differensial tenglamalarning qattiq sistemasini taqribiy yechish	77
9	ODDIY DIFFERENSIAL TENGLAMALAR UCHUN CHEGARAVIY MASALALAR	85
9.1	Masalaning qo'yilishi	85
9.1.1	Chegaraviy shartlar va chegaraviy masala	85
9.1.2	Chiziqli chegaraviy masala	87
9.1.3	Differensial tenglamalar sistemasi uchun chegaraviy masala	88
9.2	Ikkinchi tartibli chiziqli chegaraviy masalani Koshi masalasiga keltirish	89
9.3	Chekli-ayirmali metod yordamida ikkinchi tartibli chegaraviy masalani yechish	91
9.3.1	Chekli-ayirmali metod g'oyasi	91
9.3.2	Oddiy differensial tenglama va chegaraviy shartlarni algebraik tenglamalar sistemasi bilan almashtirish	92
9.3.3	Maksimum (prinsipi) va uni chekli-ayirmali tenglamalar sistemasi yechimining mavjudligini tekshirishga qo'llash	95
9.3.4	Ayirmali haydash metodi va uning turg'unligi	97
9.3.5	Chekli-ayirmali metodning yaqinlashishi	100
9.3.6	Chekli-ayirmali metod yordamida ikkinchi tartibli chiziqli bo'lmagan chegaraviy masalani yechish	105
9.4	Kollokatsiya metodi	107
9.4.1	Chiziqli hol	107
9.4.2	Chiziqli bo'lmagan hol	110
10	XUSUSIY HOSILALI DIFFERENSIAL TENGLAMALARNI TAQRIBIY YECHISH	112
10.1	Umumiy tushunchalar	112

10.2	To'r metodi, turg'unlik, approksimatsiya va yaqinlashish . . .	113
10.2.1	To'r metodining g'oyasi	113
10.2.2	Turg'unlik, approksimatsiya va yaqinlashish	115
10.2.3	Turg'unlik va approksimatsiyaning yaqinlashish bilan aloqasi	119
10.3	Elliptik tenglamalarni to'r metodi bilan yechish	121
10.3.1	Elliptik differensial tenglamalarni ayirmali tenglamalar bilan approksimatsiyalash	121
10.3.2	Ayirmali tenglama hosil qilish uchun aniqmas koeffitsiyentlar metodi	123
10.3.3	Puasson tenglamasi uchun aniqmas koeffitsiyentlar metodi asosida ayirmali sxema qurish	126
10.3.4	Chegaraviy shartlarni approksimatsiyalash	130
10.3.5	Ayirmali sxemaning turg'unligi	132
10.3.6	Runge qoidasi	137
10.3.7	Matritsali haydash metodi	138
10.3.8	Puasson tenglamasi uchun Dirixle masalasini yechishda Libman metodi	143
10.3.9	Furyening tez almashtirishi	147
10.3.10	Dekompozitsiya metodi	152
10.3.11	Ayirmali operatorlar uchun xos qiymatlar masalalari	159
10.4	Chebishevning optimal oshkor iteratsion metodi va uning ayirmali elliptik tenglamalarga tatbiqi	169
10.4.1	Chebishev ko'phadlarining ikkita masalaga tatbiqi	169
10.4.2	Chebishevning optimal oshkor iteratsion metodi	173
10.4.3	Chebishev iteratsion metodining model masalaga tatbiqi	177
10.4.4	Chebishev iteratsion metodining elliptik tip tenglamani approksimatsiyalovchi ayirmali tenglamaga tatbiqi	179
10.5	Parabolik tenglamalar uchun ayirmali sxemalar	184
10.5.1	Ikki qatlamli ayirmali sxema	184
10.5.2	Ikki qatlamli ayirmali sxemalarning turg'unligini tekshirish	190
10.5.3	Yaqinlashish tezligini baholash	198
10.5.4	Ayirmali sxema qurishning balans metodi	199
10.5.5	Tejamkor ayirmali sxemalar	204
10.5.6	O'zgaruvchan koeffitsiyentli issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini yechish	208

10.5.7	Chiziqli bo'lmagan issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini yechish	210
10.6	Giperbolik tenglamalarni ayirmali metodlar bilan yechish	212
10.6.1	Koshi masalasini yechish	212
10.6.2	Birinchi chegaraviy masalani yechish	216
10.7	Birinchi tartibli giperbolik tenglamalar sistemasini taqribiy yechishda xarakteristikalar metodi	218
10.7.1	Kvazigiperbolik differensial tenglamalar sistemasini xarakteristikalarining tenglamalari	218
10.7.2	Xarakteristika tenglamalarini sonli yechish	223
10.7.3	Eyler metodining analogi	224
10.7.4	Koshi masalasi	225
10.7.5	Gursa masalasi	227
10.7.6	Birinchi aralash masala	228
10.7.7	Ikkinchi aralash masala	228

11 DIFFERENSIAL TENGLAMALARNI YECHISH-NING VARIATSION METODLARI VA UNGA YAQIN METODLAR **230**

11.1	Variatsion masalalar bilan chegaraviy masalalarning o'zaro aloqasi haqida	230
11.2	Operator tenglamalarni Hilbert fazosida variatsion metodlar bilan yechish	235
11.3	Ikkinchi tartibli chiziqli chegaraviy masalani variatsion masalaga keltirish	242
11.4	Rits metodining g'oyasi	248
11.5	Rits metodi bilan eng sodda chegaraviy masalani yechish	249
11.6	Minimallashtiruvchi ketma-ketlik va Rits metodining yaqinlashishi	252
11.7	Puasson va Laplas tenglamalari uchun chegaraviy masalalar hamda ularni Rits metodi bilan yechish	256
11.7.1	Puasson va Laplas tenglamalari uchun chegaraviy masalalar	256
11.7.2	Dirixle masalasini Rits metodi bilan yechish	260
11.8	Rits metodining xatoligini baholash va uning yaqinlashish tartibi	262
11.9	Galyorkin metodi	268
11.9.1	Galyorkin metodining g'oyasi	268
11.9.2	Galyorkin metodi yordamida xos son va xos funksiyalarni topish	272

11.10 Eng kichik kvadratlar metodi	276
11.10.1 Eng kichik kvadratlar metodining g'oyasi	276
11.10.2 Chiziqli chegaraviy masalaga eng kichik kvadratlar metodini qo'llash	277
11.11 Variatsion-ayirmali metodlar. Chekli elementlar metodi . .	282
12 INTEGRAL TENGLAMALARNI TAQIRIBIY YECHISH	289
12.1 Integral tenglamalar nazariyasining asosiy tushunchalari . .	289
12.2 Kvadratur formulalar yordamida integral tenglamalarni taqribiy yechish	294
12.2.1 Hisoblash algoritmlari	294
12.2.2 Xatolikni baholash	298
12.2.3 Volterraning II jins integral tenglamasini kvadratur formula yordamida yechish	302
12.3 Ixtiyoriy o'zakni buzilgan o'zakka almashtirish yordamida integral tenglamalarni yechish	304
12.3.1 Buzilgan o'zakli integral tenglama	304
12.3.2 Buzilgan o'zakning xos sonlari, xos funksiyalari va rezol'ventasini topish	307
12.3.3 Ixtiyoriy o'zakni buzilgan o'zak bilan yaqinlashtirish	309
12.3.4 Xatolikni baholash	311
12.4 Momentlar metodi va uning buzilgan o'zak metodi bilan aloqasi	316
12.4.1 Momentlar metodi	316
12.4.2 Galyorkin metodining buzilgan o'zak metodi bilan aloqasi	317
12.5 Eng kichik kvadratlar metodi	321
12.6 Kollokatsiya metodi	323
12.7 Integral tenglamalarni ketma-ket yaqinlashish metodi bilan yechish	325
12.7.1 Fredgolm tenglamasini taqribiy yechish	325
12.7.2 Volterra tenglamasini taqribiy yechish	330
Mashqlar	334
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati	335