ISBN 978-9943-8618-4-8
9 789943 861848
INNOVATSIYA NASHRIYOTI

STATISTIK MODELLASHTIRISH VA HISOBLASH EKSPERIMENTI

S. O. XOMIDOV

S. O. XOMIDOV

STATISTIK MODELLASHTIRISH VA HISOBLASH EKSPERIMENTI

TOSHKENT

Сканировано с CamScanner

ISBN 978-9943-8618-4-8

S. O. XOMIDOV

STATISTIK MODELLASHTIRISH VA HISOBLASH EKSPERIMENTI

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI

S. O. XOMIDOV

STATISTIK MODELLASHTIRISH VA HISOBLASH EKSPERIMENTI

(Kredit-modul bo‘yicha)

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi tomonidan o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan

Toshkent - 2022

U O'K 6P2.15.6(07)
KBK 73(07)
X 59

S.O.Xomidov. Statistik modellashtirish va hisoblash eksperimenti. (O'quv qo'llanma). – T.: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2022 – 248 b.

ISBN: 978-9943-8618-4-8

Mazkur o'quv qo'llanmada ijtimoiy - iqtisodiy jarayonlarni statistik modellashtirish usullari, hisoblash eksperimenti va ulardan foydalanish imkoniyatlari keltirilgan. Qo'llanmada statistik modellashtirish va hisoblash eksperimenti faniga kirish, statistik modellashtirish, hisoblash eksperimenti va eksperiment natijalariga matematik ishlov berish, tekis taqsimlangan tasodifiy miqdorlarni modellashtirish, diskret va uzluksiz taqsimotlarni modellashtirishda maxsus va standart usullar, Monte Karlo usuli, Markov zanjirlarini modellashtirish, chiziqsiz masalalarni yechish, murakkab iqtisodiy tizimlar unsurlaridagi buzilishlar oqimlarini modellashtirish, skalyar tasodifiy miqdorlarni modellashtirish, tasodifiy miqdorlarni gamma-taqsimot yordamida modellashtirish, vektor tasodifiy miqdorlarni modellashtirish, Mathcad dasturi bazasida hisoblash eksperimenti va statistik modellarga ishlov berish usullari kabi mavzular o'rin olgan.

O'quv qo'llanma oliy o'quv yurtlarining 5232200 - "Ekonometrika" bakalavriat ta'lim yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan. Shuningdek, mazkur qo'llanmadan malaka oshirish kurslarining tinglovchilari va tadqiqotchilar ham foydalanishlari mumkin.

U O'K 6P2.15.6(07)
KBK 73(07)

Taqrizchilar:

O'.T.Xayitmatov – O'zbekiston Respublikasi Statistika qo'mitasi huzuridagi Kadrlar malakasini oshirish va statistik tadqiqotlar institute "AKT va raqamli iqtisodiyot" kafedrasi dotsenti, t.f.n.;

T.S.Qo'chqorov – Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti "Raqamli iqtisodiyot va axborot texnologiyalari" kafedrasi professori, i.f.d.

ISBN: 978-9943-8618-4-8

© «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2022.

KIRISH

Ma'lumki, hisoblash va axborot texnologiyalarining keskin rivojlanishi tufayli matematik modellashtirish va hisoblash matematikasida global muammolar, tabiat va jamiyat hodisalarini o'rganish maqsadida nazariy tadqiqotlar o'tkazish uchun yangi imkoniyatlar paydo bo'ldi. O'rganilayotgan obyekt ustida matematik modellar tizimi va hodisalarning imitatsion tizimini yaratish yordamida tizimli tahlil o'tkazilib, kompyuterda turli hisoblash eksperimentlarini o'tkazish mumkin.

Iqtisodiy va jamiyat hodisalarini matematik modellashtirish metodologiyasiga asoslangan hisoblash eksperimenti vositasida **o'rganish real obyekt va jarayon ustida bajarilgan sinov va tajribalar natijalari bilan hisoblash eksperimenti natijalarini solishtirishga asoslangan. Shu nuqtai nazardan tadqiqotlarda matematik modellashtirish birinchi darajani egallaydi.**

Matematik va statistik modellashtirish hozirgi kundagi rivojlanish bosqichinigina emas, balki kelajak jamiyatdagi axborotlashuv jarayonining ham intellektual yadrosi bo'lib qoladi. Shu sababli malakali mutaxassislar, shu jumladan, bakalavrlarni tayyorlashda "Statistik modellashtirish va hisoblash eksperimenti" fanini o'rni nihoyatda yuqori hisoblanadi. Shundan kelib chiqib aytish mumkinki, bugungi kunda ishlab chiqilayotgan asbob-uskunalar va tadqiqotlarni avtomatlashtirish vositalari, birlamchi axborotni shakllantirish va unga ishlov berish tizimlarining murakkabligi tinimsiz oshib bormoqda. Ayni vaqtda, turli tarmoqlarda qo'llanilayotgan boshqaruv tizimlarining samaradorligiga, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini tadqiq qilish va ishlab chiqish muddatlarini kamaytirishga katta talablar qo'yilmoqda.

Bularning barchasi murakkab iqtisodiy tizimlarni ishlab chiqish va sinovdan o'tkazishning barcha bosqichlarida modellashtirish usullaridan foydalanishni taqozo etadi. Matematik, yarim natura va

df	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.75	0.500	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
15	4.60092	5.22935	6.2621	7.26094	8.54676	11.036	14.3389	18.2451	22.3071	24.9957	27.4883	30.5779	32.8013
16	5.14221	5.81221	6.9076	7.96165	9.31224	11.912	15.3385	19.3689	23.5418	26.2962	28.8453	31.9999	34.2671
17	5.69722	6.40776	7.5641	8.67176	10.0852	12.791	16.3382	20.4887	24.7690	27.5871	30.1910	33.4086	35.7184
18	6.26480	7.01491	8.2307	9.39046	10.8649	13.675	17.3379	21.6049	25.9894	28.8693	31.5263	34.8053	37.1564
19	6.84397	7.63273	8.9065	10.1170	11.6509	14.562	18.3376	22.7178	27.2036	30.1435	32.8523	36.1908	38.5822
20	7.43384	8.26040	9.5907	10.8508	12.4426	15.451	19.3374	23.8277	28.4119	31.4104	34.1696	37.5662	39.9968
21	8.03365	8.89720	10.282	11.5913	13.2396	16.344	20.3372	24.9348	29.6151	32.6705	35.4788	38.9321	41.4010
22	8.64272	9.54249	10.982	12.3380	14.0415	17.239	21.3370	26.0393	30.8133	33.9244	36.7807	40.2893	42.7956
23	9.26042	10.1957	11.688	13.0905	14.8479	18.137	22.3369	27.1413	32.0069	35.1724	38.0756	41.6384	44.1812
24	9.88623	10.8564	12.401	13.8484	15.6587	19.037	23.3367	28.2411	33.1962	36.4150	39.3640	42.9798	45.5585
25	10.5196	11.5239	13.119	14.6114	16.4734	19.939	24.3366	29.3388	34.3816	37.6524	40.6464	44.3141	46.9278
26	11.1602	12.1981	13.843	15.3792	17.2919	20.843	25.3365	30.4346	35.5632	38.8851	41.9231	45.6416	48.2898
27	11.8076	12.8785	14.573	16.1514	18.1139	21.749	26.3363	31.5284	36.7412	40.1132	43.1945	46.9629	49.6449
28	12.4613	13.5647	15.307	16.9279	18.9392	22.657	27.3362	32.6205	37.9159	41.3371	44.4607	48.2782	50.9933
29	13.1211	14.2564	16.047	17.7084	19.7677	23.566	28.3361	33.7109	39.0875	42.5569	45.7222	49.5878	52.3356
30	13.7867	14.9535	16.790	18.4927	20.5992	24.477	29.3360	34.7997	40.2560	43.7729	46.9792	50.8921	53.6719

MUNDARIJA

KIRISH 3

1-BOB. "STATISTIK MODELLASHTIRISH VA HISOBLASH EKSPERIMENTI" FANIGA KIRISH 6

1.1. Matematik modellar va ularning sinflari. Fanning maqsadi va vazifalari 6

1.2. Matematik modellashtirish. Matematik modellarni qurishning shakl va tamoyillari 8

1.3. "Model-algoritm-dastur" matematik modellashtirishning asosi sifatida 16

2- BOB. STATISTIK MODELLASHTIRISH 26

2.1. Statistik modellashtirish usulining nazariy asoslari 26

2.2. Ehtimollar nazariyasi va matematik statistikaning asosiy tushunchalari 34

2.3. Eng muhim taqsimotlar va ularning o'ziga xos xususiyatlari 41

2.4. Nazariy taqsimotlarni tuzish qoidalari va ularning ommaviy ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarni modellashtirishdagi tatbiqlari 46

3- BOB. HISOBLASH EKSPERIMENTI VA EKSPERIMENT NATIJALARIGA MATEMATIK ISHLOV BERISH 63

3.1. Hisoblash eksperimenti va uning asosiy bosqichlari 63

3.2. Hisoblash eksperimentining qo'llanilish sohalari 75

3.3. Kompyuterda modellashtirish va hisoblash eksperimenti 80

4- BOB. TEKIS TAQSIMLANGAN TASODIFIY MIQDORLARNI MODELLASHTIRISH 86

4.1. Tasodifiy miqdor. Diskret va uzluksiz tasodifiy miqdorlar 86

4.2. Tekis taqsimlangan tasodifiy miqdor 88

4.3. χ^2 mezoni. Kolmogorov va Smirnov mezonlari 90

5-BOB. DISKRET VA UZLUKSIZ TAQSIMOTLARNI MODELLASHTIRISHDA MAXSUS VA STANDART USULLAR ... 96
5.1. Ko'p o'lchovli tasodifiy miqdorlar va ularning birgalikdagi taqsimot funksiyasi ... 96
5.2. Ikki o'lchovli diskret tasodifiy miqdor va uning taqsimot qonuni ... 97
5.3. Ikki o'lchovli tasodifiy miqdorning taqsimot va ikki o'lchovli uzluksiz tasodifiy miqdorning zichlik funksiyalari ... 99
5.4. Shartli taqsimot qonunlari va ba'zi muhim ikki o'lchovli taqsimotlar ... 106
6- BOB. MONTE-KARLO USULI ... 116
6.1. Monte-Karlo usulining mohiyati va uning kelib chiqishi ... 116
6.2. Monte-Karlo usulining umumiy sxemasi ... 124
6.3. Monte-Karlo usuli yordamida ommaviy xizmat ko'rsatish tizimlarini modellashtirish ... 129
7- BOB. MARKOV ZANJIRLARINI MODELLASHTIRISH ... 133
7.1. Markov tasodifiy jarayonlari ... 133
7.2. Bog'liq tajribalar ketma-ketligi. Markovning diskret zanjiri ... 135
7.3. Markov zanjirlari holatlarining tasnifi ... 142
7.4. Markov jarayoni orqali sanoqli holatli xizmat ko'rsatish tizimlari tadqiqoti ... 146
8-BOB. TASODIFIY VA UZLUKSIZ TASODIFIY MIQDORLAR TAQSIMOTINING INTEGRAL VA DIFFERENSIAL FUNKSIYALARI ... 155
8.1. Tasodifiy miqdor taqsimotining integral funksiyasi ... 155
8.2. Uzluksiz tasodifiy miqdor taqsimotining differensial funksiyasi 160
9-BOB. MURAKKAB IQTISODIY TIZIMLAR UNSURLARIDAGI BUZILISHLAR OQIMLARINI MODELLASHTIRISH ... 168
9.1. Murakkab iqtisodiy tizimlar va tiklanish jarayoni ... 168
9.2. Ikki tasodifiy miqdor uchun to'xtab qolish qoidasi ... 170

10-BOB. SKALYAR TASODIFIY MIQDORLARNI MODELLASHTIRISH ... 174
10.1. Diskret tasodifiy kattaliklarni va tasodifiy hodisalarni modellashtirish ... 174
10.2. Tasodifiy kattalikni monoton chiziqsiz o'zgartirish ... 176
10.3. Superpozitsiya usuli ... 179
11-BOB. TASODIFIY MIQDORLARNI GAMMA-TAQSIMOT YORDAMIDA MODELLASHTIRISH ... 182
11.1. Gamma taqsimot va uning matematik ifodalanishi ... 182
11.2. Gamma taqsimotning zichlik funksiyasi ... 184
12-BOB. VEKTOR TASODIFIY MIQDORLARNI MODELLASHTIRISH ... 188
12.1. Modellashtirishning standart usuli ... 188
12.2. Izotrop vektorlarni va qisman izotrop komponentlardan iborat vektorlarni modellashtirish ... 190
12.3. Noayniy ko'p o'lchovli normal taqsimlanishni modellashtirish 194
12.4. Umumlashtirilgan ko'p o'lchovli t-taqsimlanishni modellashtirish ... 196
13-BOB. MATHCAD DASTURI BAZASIDA HISOBLASH EKSPERIMENTI VA STATISTIK MODELLARGA ISHLOV BERISH USULLARI ... 199
13.1. Mathcad dasturining imkoniyatlari va interfeysi. Matematik ifodalarni qurish va hisoblash ... 199
13.2. Mathcad dasturida ikki o'lchamli grafiklarni qurish va unda tenglamalarni sonli va simvolli yechish ... 204
13.3. Mathcad dasturida tajriba natijalarini tahlil qilish va matematik-statistik hisob-kitoblarni bajarish ... 219
GLOSSARIY ... 224
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ... 228
ILOVALAR ... 230

XOMIDOV SOXIBMALIK OLIMOVICH

STATISTIK MODELLASHTIRISH VA HISOBLASH EKSPERIMENTI

Toshkent – «INNOVATSION RIVOJLANISH NASHRIYOT-MATBAA UYI» – 2021

Muharrir:	X.Zokirova
Texnik muharrir:	M.Tursunov
Musavvir:	A. Shushunov
Musahhih:	L. Ibragimov
Kompyuterda sahifalovchi:	M. Zoyirova

E-mail: nashr2019@inbox.ru Tel: +99899920-90-35
№ 3226-275f-3128-7d30-5c28-4094-7907, 10.08.2020.
Bosishga ruxsat etildi 05.09.2022.
Bichimi 60x84 $^{1}/_{16}$. «Timez Uz» garniturasi.
Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i: 16,0. Nashriyot bosma tabog'i 15,25.
Tiraji: 50. Buyurtma №115

«INNOVATSION RIVOJLANISH NASHRIYOT-MATBAA UYI»
bosmaxonasida chop etildi.
100174, Toshkent sh, Olmazor tumani,
Universitet ko'chasi, 7-uy.