

S.O.XOMIDOV

STATISTIK MODELLASHTIRISH



STATISTIK MODELLASHTIRISH

S.O.XOMIDOV

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI

S.O.XOMIDOV

STATISTIK MODELASHTRISH

(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

UO'K 6P2.15.6(07)
KBK 73(07)

X 86

S.O.Xomidov. Statistika modellashirish. (O'quv qo'llanma). – T.: «Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi», 2022 – 196 b.

ISBN: 978-9943-8618-9-3

Mazkur o'quv qo'llanmada ijtimoiy, iqtisodiy jarayonlarni statistik modellashirish usullari va ulardan foydalanish imkoniyatlari keltirilgan. Qo'llanmada statistik modellashirish faniga kirish, statistik modellashirish usullari, tekis taqsimlangan tasodifiy miqdorlarni modellashirish, diskret va uzluksiz taqsimovlarni modellashirishda maxsus va standart usullar, Monte Karlo usuli, Markov zanjirlarini modellashirish, murakkab iqtisodiy tizimlar usullaridagi buzitishlar oqimlarini modellashirish, skalyar tasodifiy miqdorlarni modellashirish, tasodifiy miqdorlarni gamma-taqsimot yordamida modellashirish, vektor tasodifiy miqdorlarni modellashirish kabi mavzular o'rin olgan.

O'quv qo'llanma oliy o'quv yurtlarining 60310200 – “Ekonomika” bakalavriat ta'lim yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan. Shuningdek, mazkur qo'llanmadan malaka oshirish kurslarining tinglovchilari va tadqiqotchilar ham foydalanishlari mumkin.

UO'K 6P2.15.6(07)

KBK 73(07)

Taqrizchilar:

N.Raximov – Toshkent moliya instituti “Elektron tijorat va raqamli iqtisodiyot” kafedrasi dotsenti, i.f.n.;

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

ISBN: 978-9943-8618-9-3

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

KIRISH

Statistik modellashirish usullari hozirgi kunda rivojlanish bosqichining emas, balki kelajak jamiyatdagi axborotlashuv jarayonining ham intellektual yadrosi bo'lib qoladi. Shu sababli malakali mutaxassislar, shu jumladan, bakalavrlarni tayyorlashda “Statistik modellashirish” fanini o'rni nihoyatda yuqori bo'lib 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 modellashirish usullaridan foydalanishni taqozo etadi. Matematik, yarim natara va imitatsion modellari yordamida modellashirish ko'pgina hollarda naturadagi sinovlar bilan hal qilib bo'lmaydigan masalalarni yechish, tizimlarni kompleks tadqiq etish imkonini beradi.

Amalda modellashirishning har xil usullari qo'llaniladi. Matematik modellashirishga odatda jarayonlar yoki hodisalarni ularning matematik modellari yordamida tadqiq qilish vositasi sifatida qaraladi.

Yarim natara modellashirishda boshqariladigan tizimlar model tarkibiga mavjud qurilma kiritilgan holda modellashiruvchi komplekslarda tadqiq qilinadi. Mavjud qurilma bilan bir qatorda, model tarkibiga ta'sir va shovqinlarning imitatorlari, tashqi muhitning va aniq matematik tavsifi mavjud bo'lmagan jarayonlarning matematik modellari kiritiladi. Murakkab jarayonlarni modellashirish doirasiga mavjud apparatura yoki amaldagi tizimlarni kiritish noaniqlikni kamaytirish va aniq matematik tavsifi mavjud bo'lmagan jarayonlarni tadqiq qilish imkonini beradi.

MUNDARIJA

KIRISH..... 3

1. MODEL VA MODELLASHTIRISH: MOHIYATI, MAQSADI, TURLARI VA VAZIFALARI..... 5

1.1. Matematik modellar va ularning sinflari..... 5

1.2. Matematik modellashtirish. Matematik modellarni qurishning shakli va tamoyillari..... 7

1.3. “Model-algoritm-dastur” matematik modellashtirishning asosi sifatida..... 15

2. STATISTIK MODELLASHTIRISHNING NAZARIY ASOSLARI..... 25

2.1. Statistik modellashtirish usulining nazariy asoslari..... 25

2.2. Ehtimollar nazariyasi va matematik statistikaning asosiy tushunchalari..... 33

2.3. Eng muhim taqsimotlar va ularning o‘ziga xos xususiyatlari..... 40

2.4. Nazariy taqsimotlarni tuzish qoidalari va ularning ommaviy ijtimoiy – iqtisodiy jarayonlarni modellashtirishdagi tatbiqlari..... 45

3. TEKIS TAQSIMLANGAN TASODIFIY MIQDORLARNI MODELLASHTIRISH..... 62

3.1. Tasodifiy miqdor. Diskret va uzluksiz tasodifiy miqdorlar..... 62

3.2. Tekis taqsimlangan tasodifiy miqdor..... 64

3.3. χ^2 mezon. Kolmogorov va Smirnov mezonlari..... 66

4. DISKRET VA UZLUKSIZ TAQSIMOTLARNI MODELLASHTIRISHDA MAXSUS VA STANDART USULLAR... 72

4.1. Ko‘p o‘lchovli tasodifiy miqdorlar va ularning birgalikdagi taqsimot funksiyasi..... 72

4.2. Ikki o‘lchovli diskret tasodifiy miqdor va uning taqsimot qonuni..... 73

4.3. Ikki o‘lchovli tasodifiy miqdorning taqsimot va ikki o‘lchovli uzluksiz tasodifiy miqdorning zichlik funksiyalari..... 75

4.4. Shartli taqsimot qonunlari va ba’zi muhim ikki o‘lchovli

q	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
13	3.56503	4.16892	5.00877	5.80186	7.04150	9.29990	12.13998	15.98519	19.81119	22.16220	24.77556	27.6882	29.8194
14	4.07467	4.66043	5.6287	6.7063	7.78953	10.165	13.3393	17.1169	21.0641	23.6847	26.1189	29.1412	31.3193
15	4.60692	5.29315	6.4621	7.80994	9.34676	11.036	14.3389	18.2431	22.3071	24.9937	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	10.0632	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	10.8609	13.675	17.3379	21.6049	25.9894	28.8693	31.5263	34.8053	37.1584
19	6.84397	7.63373	8.9065	10.1170	11.6509	14.562	18.3376	22.7178	27.2036	30.1435	32.8523	36.1968	38.5822
20	7.43384	8.26490	9.5907	10.8508	12.4425	15.451	19.3374	23.8277	28.4119	31.4104	34.1696	37.5662	39.9868
21	8.03365	8.89720	10.282	11.5913	13.2396	16.344	20.3372	24.9348	29.6151	32.6705	35.4788	38.9121	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	9.26942	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	9.91623	10.8564	12.401	13.8461	15.6587	19.037	23.3367	28.2411	33.1962	36.4130	39.3640	42.9798	45.5853
25	10.5196	11.5259	13.119	14.6114	16.4754	19.939	24.3366	29.3388	34.3816	37.6524	40.6464	44.3141	46.9278
26	11.102	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	18.9382	22.657	27.3362	32.6265	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

taqsimotlar.....	82
5. MONTE-KARLO USULI	92
5.1. Monte-Karlo usulining mohiyati va uning kelib chiqishi	92
5.2. Monte-Karlo usulining umumiy sxemasi.....	101
5.3. Monte-Karlo usuli yordamida ommaviy xizmat ko'rsatish tizimlarini modellashtirish.....	105
6. MARKOV ZANJIRLARINI MODELLESHITIRISH	109
6.1. Markov tasodifiy jarayonlari.....	109
6.2. Bog'liq tajribalar ketma-ketligi. Markovning diskret zanjiri.....	111
6.3. Markov zanjirlari holatlarining tasnifi.....	118
6.4. Markov jarayoni orqali sanoqli holatli xizmat ko'rsatish tizimlari tadqiqoti.....	122
7. TASODIFIY VA UZLUKSIZ TASODIFIY MIQDORLAR TAQSIMOTNING INTEGRAL VA DIFFERENSIAL FUNKSIYALARI	131
7.1. Tasodifiy miqdor taqsimotining integral funksiyasi.....	131
7.2. Uzluksiz tasodifiy miqdor taqsimotining differensial funksiyasi.....	137
8. MURAKKAB IQTISODIY TIZIMLAR UNSURLARIDAGI BUZILISHLAR OQIMLARINI MODELLESHITIRISH	145
8.1. Murakkab iqtisodiy tizimlar va tiklanish jarayoni.....	145
8.2. Ikki tasodifiy miqdor uchun to'xtab qolish qoidasi.....	147
9. SKALYAR TASODIFIY MIQDORLARINI MODELLESHITIRISH	151
9.1. Diskret tasodifiy kattaliklarni va tasodifiy hodisalarni modellashtirish.....	151
9.2. Tasodifiy kattalikni monoton chiziqsiz o'zgartirish.....	153
9.3. Superpozitsiya usuli.....	156
10. TASODIFIY MIQDORLARINI GAMMA-TAQSIMOT YORDAMIDA MODELLESHITIRISH	159
10.1. Gamma taqsimot va uning matematik ifodalanishi.....	156

10.2. Gamma taqsimotning zichlik funksiyasi.....	161
11. VEKTOR TASODIFIY MIQDORLARNI MODELLESHITIRISH	165
11.1. Modellashtirishning standart usuli.....	165
11.2. Izotrop vektorlarni va qisman izotrop komponentlardan iborat vektorlarni modellashtirish.....	167
11.3. Noayniy ko'p o'lchovli normal taqsimlanishni modellashtirish.....	171
11.4. Umumlashtirilgan ko'p o'lchovli t-taqsimlanishni modellashtirish.....	173
GLOSSARIY	176
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR	180
ILOVALAR	182

5.3. Modeling public service systems using the Monte Carlo method	105
6. MODELING THE MARKOV CHAIN	109
6.1. Markov stochastic processes	109
6.2. A sequence of related experiments. Discrete Markov chain	111
6.3. Classification of cases of Markov chains	118
6.4. Investigation of numerical service systems using the Markov process	122
7. INTEGRAL AND DIFFERENTIAL FUNCTIONS OF DISTRIBUTION OF RANDOM AND CONTINUOUS RANDOM VARIABLES	131
7.1. Integral distribution function of random variables	131
7.2. Differential distribution function of a continuous random variable	137
8. MODELING OF THE FLOW OF DESTRUCTION IN THE ELEMENTS OF COMPLEX ECONOMIC SYSTEMS	145
8.1. Complex economic systems and the process of recovery	145
8.2. Stopping rule for two random variables	147
9. SCALAR MODELING OF RANDOM VARIABLES	151
9.1. Modeling of discrete random variables and random events	151
9.2. Random Resizing Without Monotone Line	153
9.3. Superposition method	156
10. SIMULATION OF RANDOM VARIABLES WITH GAMMA DISTRIBUTION	159
10.1. Gamma distribution and its mathematical expression	156
10.2. Density function of the gamma distribution	161
11. MODELING OF VECTOR RANDOM VARIABLES	165
11.1. Standard simulation method	165
11.2. Modeling of isotropic vectors and vectors consisting of partially isotropic components	167
11.3. Modeling a non-linear multivariate normal distribution	171
11.4. Generalized multivariate modeling of the t-distribution	173
GLOSSARY	176
REFERENCES	180
APPLICATIONS	182

XOMIDOV SOXIBMALIK OLIMOVICH

STATISTIK MODEL LASH TIRISH

Toshkent – «INNOVATSION RIVOJLANISH NASHRIYOT-MATBAA UYI» – 2022

Muharrir: S. Abdunabiyeva
 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» garniturası.

Ofset bosma usulida bosildi.

Shartfi bosma tabog'i: 13,0. Nashriyot bosma tabog'i 12,25.

Tiraji: 50. Buyurtma № 115