

4-Mavzu: Imitasion modellashtirish. Ommaviy xizmat ko'rsatish tizimlari va ularni modellashtirish. Reja:

1. Imitatsion modellashtirishning qo'lanilish doirasi va maqsadi.
2. Tasodifiy miqdorlarning ko'llanilishi.
3. Monte –Karlo usuli.
4. Imitatsion modellarni qurish va ulardan foydalanish.

Tayanch iboralar: *imitatsion modellashtirishning maksadi, imitatsion modellashtirishning kullanish soxasi, massaviy xizmat kursatish tizimi, nazariy masalalar, tashkiliy boshkarish masalalari, statistik eksperiment, Monte-Karlo usuli, tanlanma, inversiya usuli*

1. Imitatsion modellashtirishning qo'lanilish doirasi va maqsadi.

Imitatsion modellashtirishning maqsadi tekshirilayotgan sistemaning elementlari orasidagi muhim o'zaro bog'lanishlarni tekshirish natijalari asosida uni qayta shakllantirishdan iborat. Imitatsion modellarning tadqiqoti natijalari, odatda, imitatsiya qilinayotgan sistemaning operatsion (funksional) xarakteristikalari qiymatlarining baholanishini anglatadi. Masalan, xar qanday ommaviy xizmat ko'rsatish sistemasi faoliyatini imitatsion modellashtirishda mijozga xizmat ko'rsatishning o'rtacha davomiyligi, navbatning o'rtacha uzunligi, xizmat ko'rsatuvchi sistemaning bo'sh turish vaqti va shu kabi muhim ko'rsatkichlar amaliy qiziqish uyg'otadi.

Imitatsion modellashtirishga xuddi statistik tajriba sifatida qarash kerak bo'ladi. Ananaviy matematik modellardan farqli ravishda, imitatsion modellar shunday kuzatishlardan iboratki, bunda tajribadan kelib chiqadigan xatolar albatta mavjud bo'ladi.

Imitatsion modellashtirish, tajriba sifatida oddiy laboratoriya tajribasidan shunisi bilan farqlanadiki, uni to'lik EHMda amalga oshirish mumkin. SHuni takidlab o'tish kerakki, murakkab sistemalarni chuqurroq o'rganishda imitatsion modellashtirish("klassik" ma'nodagi matematik modellashtirishdan farqli holda) ko'proq imkoniyatga ega. Biroq bu modellarni yaratish ko'p vaqt va resurslarni talab qiladi. Ayniqsa bu modellashtirilayotgan sistemani optimallashtirish masalalarida namoyon bo'ladi.

Imitatsion modellashtirishdan ikki xil turdagi masalalarni echishda foydalaniladi.

1. matematika, fizika, ximiya kabi fanlar soxalaridagi nazariy masalalarda, shu jumladan, quyidagilarda:
 - a) jismlarning xajmini xisoblashda;
 - b) teskari matritsani hisoblashda;
 - v) differensial tenglamalarni echishda;
 - g) chiziqli tenglamalar sistemalarini echishda;

d) zarralar harakati traektoriyalarini hosil qilishda.

2. Inson amaliy faoliyatida vujudga keladigan tashkiliy boshqaruv masalalarida, jumladan:

a) ishlab chiqarish– texnologik jarayonlarning imitatsion modellashtirish masalalari(masalan, zahiralarni boshqarish sohasida, ommaviy xizmat ko‘rsatish sistemasini loyihalashda va shu kabilar);

b) iqtisodiy xarakterdagi sistemalarni imitatsion modellashtirish masalalari(rejalashtirish jarayonida, iqtisodiy prognoz);

v) sotsial va sotsial–psixologik masalalar(masalan, aholining migratsiyasi masalasi, guruhlardagi o‘zgarishlar muammolari);

g) biomedik tizimlarni imitatsion modellashtirish masalalari(masalan, qon aylanishi tizimi, miya faoliyati).

YUqorida sanab o‘tilgan masalalarni echishda zamonaviy imitatsion modellashtirish asosi bo‘lgan bir usuldan fotsdalanish mumkin. Bu Monte – Karlo usulidir.

Uning asosiy g‘oyasi izlanayotgan baholarni olishda tanlanmalardan foydalanishdan iborat. Tanlanmalarni olish jarayoni shuni talab qiladiki, bunda echilayotgan masala shu tanlanmalarni amalga oshirishga imkon beruvchi ehtimollar taqsimoti asosida ifodalanishi lozim.

Imitatsion modellashtirish, Monte-Karlo usuli kabi, sistema ishi natijalarini baholash tanlanmalaridan foydalanishga asoslangan. Monte-Karlo usuli bilan bog‘liq holda paydo bo‘lgan ko‘pgina g‘oyalar imitatsion modellashtirishda bevosita qo‘llaniladi.

Murakkab sistemalarni imitatsion modellashtirish yutuqlari keyingi yillarda hisoblash mashinalarini takomillashtirish sohasidagi erishilgan yutuqlar bilan bevosita bog‘liq. Zamonaviy tez ishlovchi EHM(kompyuter)larsiz omilkorona imitatsion yondoshuvni tasavvur qilish qiyin. SHuni ta’kidlash lozimki, imitatsion modellashtirishdagi hisoblash qiyin bo‘lmasada, ularni bajarish ko‘p vaqt talab qiladi.

2.Tasodifiy miqdorlarning qo‘llanilishi.

Imitatsion modellarda ixtiyoriy extimoliy taqsimotga mos keluvchi tanlanma $[0,1]$ oraliqdagi tasodifiy sonlar foydalanish asosida bajariladi.

Bu tasodifiy sonlar uchun quyidagi statistik shartlarni kiritamiz:

a) $[0,1]$ oraliqdagi barcha sonlar bir xil extimol bilan paydo bo‘lishi mumkin.

b) $[0,1]$ oraliqdagi nuqtalar ketma-ketligi mutloqo tasodifiy tarzda hosil qilinadi(generatsiya).

$[0,1]$ oraliqda tasodifiy sonlarning hosil qilish uchun arifmetik usullar qo‘llaniladi, bunda asosan EHM yordamida oson tuziladigan usullardan foydalaniladi. Eng ko‘p qo‘llaniladigan usul–*multiplikativ kongruent usuli* bo‘lib,

unda tasodifiy sonlar rekursiv formula yordamida hosil qilinadi. Bu usul [0,1] oraliqda tekis taqsimlangan tasodifiy sonlarni xosil qilish imkoni beradi. 1jadvalda shu usul bilan olingan 20 ta tasodifiy sonlar keltirilgan.

1-jadval

058962	593277	352943	787674
673284	934123	364609	519930
479909	178239	767638	635823
948578	347270	893129	747163
613960	564395	391962	895364

YOzuvdagi qulaylik uchun 1-chi jadvalda keltirilgan sonlarning o'nli kasr ifodasida verguldan keyingi raqamlar keltirilgan.

Tasodifiy sonlarning generatsiyasi arifmetik usulining asosiy ustunligi shundaki, talab qilingan har bir holda tasodifiy sonlarning bir xil ketma-ketligini olish imkoniyati mavjud.

Quyidagi sodda misolda [0,1] intervaldagi tasodifiy sonlar tanlanmasining qanday qo'llanilishini ko'rsatamiz.

1–misol. (*Tanga tashlash o'yini*). Tanga tashlash o'yinida agar tanga sonli tarafi(S) bilan tushsa A o'yinchi V o'yinchidan 10 pul birligini yutadi, aksincha, agarda tanga gerb tomoni(G) bilan tushsa A o'yinchi V o'yinchiga 10 pul birligini yutqazadi. Faraz qilamizki, tanga tekis, hamda bunda " S " va " G "; hodisalarning har birining yuz berishi 50% ni tashkil etadi. Boshqacha aytganda, S va G natijalarning ehtimollari tengdir: $p\{S\}=0,5$; $p\{G\}=0,5$.

Shunda hamma tasodifiy sanalar, teng taksimlanishi [0.1] intervalida kerak. Bunaqa qoidalarni keltirish mumkin o'yin tugashi qaysi vaqtda mavjud bo'ladi. Belgilaymiz generir tasodifiy sanani R orqali va bunday xisoblaymiz. Agarda $0 \leq R \leq 0,5$ bo'lsa, tugash R joy oladi, agarda $0,5 < R \leq 1$ bo'lsa, G tugagan bo'ladi. Bunaqa R taqsimot interval [0.1] da, ekvivalikka teng R va G bo'ladi. SHuni ko'rsatish uchun, o'yinni modellashtirish tangani tashlashi bilan, faraz qilamiz, o'yinchilar A va V takroriy tashlaydilar 10 marta. Bu olish ekvivalenti 10 ta tasodifiy sanalar [0.1] intervalida. 10 sana orqali foydalanamiz, ikkita birinchi qator 1chi jadvaldan, ular o'zini ko'rsatadilar ko'rsatilgan tangalarni tashlanishlarini. O'yinni ketma-ket tugashi $R, G, R, G, G, G, R, R, G$ lardan iborat bo'ladi. 10 ta tashlagandan keyin o'yinchi A yutqazadi V o'yinchiga $60-40=20$ pul birligini. Agarda tashlash sanalari ko'paysa bizlar kutamiz «durang» javobini, bush uni bildiradiki bironta bir o'yinchi yutishi mumkin emas. SHuni tan olish kerakki, tasodifiy sanalar [0,1] intervalidan, generar tugashlarini ro'y beradi, xar xil taqsimotga bo'ysinishi. Bu olinishi mumkin inversiya metodi orqali. Interval metodi qo'llanilishi mumkin xar bir tasodifni

taqsimot x - ga , agarda taqsimot funksiyasi $F(x)$ teng taqsimlangan $[0,1]$ intervalda. Bu javobni oson echilishi mumkin:

$y = F(x), 0 \leq y \leq 1$, bo'lsin. Faraz qilamiz, $G(Y)$ - funksiyasi taqsimlangan $y = F(x)$ -

ga. Unda $G(Y) = p(y \in Y) = p\{F(x) \in Y\} = p\{x \in F^{-1}(Y)\} = F\{F^{-1}(Y)\} = Y$,

$0 \leq Y \leq 1$.

Bu faqatgina shu tasodufda bo'ladi, agarda $y = F(x)$ teng taqsimlangan $0 \leq F(x) \leq 1$ - ga bo'lsa. Javoblar to'g'ri diskret taqsimotlar uchun va tanaffuzsiz taqsimotlari uchun. Agarda funksiya $F(x)$ taqsimlinishi tasodifiy x bo'lsa teng taqsimlangan $[0,1]$ -ga, tasodifiy ajratib olishni mumkin topish bunaqa tartibda:

1) Tasodifiy sanalar jadvalidan, teng taqsimotlarni $[0,1]$ ga bo'lsa, ajratib olish tasodifiy sanalar y -ni .

2) Xar bir sana uchun ajratilgan y , $y = F(x)$ -ga x -ni topamiz. Topib olgan x - larni, beradi tasodifiy taqsimotni $w(x) = \frac{d}{dx} F(x)$.

Masala 2. Ko'rib chiqamiz topib olgan ajratishlarni eksponental tasodufarga mavjud bo'lgan. Faraz qilamiz bir xizmat ko'rsatish sistemasida xizmat ko'rsatish vaqti t taqsimlangan eksponental qonunga binoan, va xizmat ko'rsatish tezligi m ga teng. Unda taqsimot t shu shaklda bo'ladi:

$$f(t) = m e^{-mt}, \quad t \geq 0. \quad (1)$$

SHunda

$$F(t) = \int_0^t m e^{-mx} dx = 1 - e^{-mt}.$$

Agarda R - tasodifiy sana $[0,1]$ intervalda bo'lsa, $F(t) = R$, bo'lsa, olamiz $R = 1 - e^{-mt}$, yoki

$$t = -\frac{1}{m} \ln(1 - R).$$

Oxirgi formulani quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$t = -\frac{1}{m} \ln(1 - R). \quad (2)$$

Buni shunday tushinish mumkin, agarda K - tasodifiy sana $[0,1]$ intervalidan bo'lsa, $(1-R)$ o'zining ko'rinishi tasodifiy sana o'sha intervaldan bo'ladi, shuning uchun mumkin almashtirish $(1-R)$ ni R - ga. Kelib chiqqan formulani (2) ajratilgan tasodifiy sanalarni eksponensial taqsimlash (1) orqali olish mumkin.

3. Monte-Karlo metodi.

Praktikada modellashtirishni qo'llaganda, modellashtirish imitatsiyasi o'zidan statistik eksperimentni iborat bo'ladi, ularning javoblari esa statistik testlar orqali interpretatsiya olishi kerak. Undan tashqari spetsifikani tushinish kerak shunaqa modellashtirish uchun, uning javoblari statsionar tenglardan mavjud, faqatgina eksperimentning ko'p takrorlashdan keyin. Bu model haqiqatdan shu ko'rsatishlarni berish uchun, buni keyinchalik kutish mumkin, modellarni progonlari ketma-ketligi «ancha ko'p» bo'lishi shart. Monte-Karlo metodi orqali o'ylab qo'yganlarni ko'rsatamiz. Bizlar aylanma maydonini topishimiz kerak, uning diametri bizlarga tasodifiy tenglardan aniq. Aylanmani to'rtburchakka yozamiz, shundan to'rtburchakni taraflari aylanmaning diametriga teng bo'ladi.

Agarda aylanmaning radiusi $R = 5$ bo'lsa uning o'rtasi, $(1,2)$ nuqtada bo'ladi. Aylanmani tenglamasi shu shaklda bo'ladi:

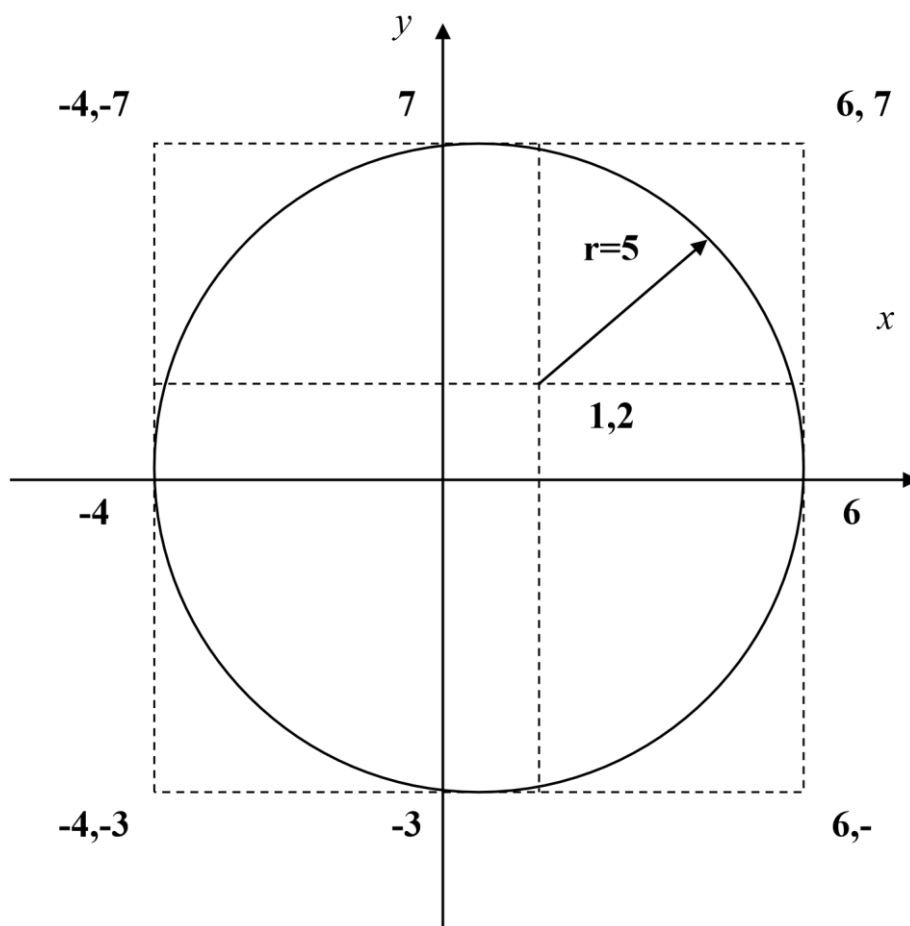
$$(x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 25.$$

Birinchi chizmada ko'rinayotgan aylanma va uning oldida to'rtburchak ko'rsatilgan. To'rtburchak topiladi uni balandligi $(-4,3), (6,-3), (-4,7)$ va $(6,7)$ har bir nuqta (x,y) to'rtburchakni ichida yoki uning chegarasida bo'lsa, shulardan iborat bo'lishi kerak:

$$4. \quad -4 \leq x \leq 6, \quad -3 \leq y \leq 7.$$

Ajratish ishlarni Monte-Karlo metodi qo'llaganda, to'rtburchakda xamma nuqtalar $-4 \leq x \leq 6, -3 \leq y \leq 7$, bir xil kelib chiqishi mumkin, shu x va y teng taqsimlangan.

$$f(x) = \begin{cases} 1 & , -4 \leq x \leq 6, \\ 0 & \text{boshqa hollarda} \end{cases}$$



1-rasm.

Endi (x, u) nuqtalarni topamiz, taqsimlanishlar $f(x)$ va $f(y)$ orqali. Bu jarayonni davom etganda nuqta sanalarni sanaymiz aylanmani ichiga kirganlarini, yoki aylanani o'ziga. Faraz kilamiz ajratish iborat n – dagi kuzatishlarni va m n – dan nuqtalari aylanmasi ichiga tushish kerak, yoki aylanmani o'ziga. Unda: Aylanmani maydonning baxosi teng m/n (to'rtburchakni maydoni) teng $(m/n)(10 \times 10) = 100m/n$.

Shunga o'xshash aylanmaning maydonini baxolashda, shu orqali tushintirish mumkin, topib olish jarayoni bu xar bir nuqta (x, u) bir xil tushinish mumkin xar bir to'rtburchak joyga. SHundan m/n aylanmaning maydoni baxosi ko'rsatadi, to'rtburchakka nisbatan. Statistik xatoni bilib o'rganish uchun, modellashtirish misolini echishi xar xil n - lar teng 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000. Bundan tashqari xar bita n - uchun 10 ta progon keltirilgan, xar bittasida qo'llangan xar xil tasodifiy sanalar $[0, 1]$ intervaldan. Eksperimentning javoblari 2 - jadvalda ko'rsatilgan.

2-jadval

Progonning nomeri	Baxo. Maydon ($r=5$) tasodifiy sonlari n						
	100	200	500	1000	2000	5000	10000
1	78	79,5	77,5	76,2	78,8	78,22	78,77
2	70	77	81	76,2	78,7	78,6	78,23
3	81	79,5	77,2	79	78,15	77,72	78,88
4	70	77	77	79,7	78,7	77,76	78,63
5	79	77	79,4	77	79,45	79	78,21
6	81	76	79,2	78,8	77,65	78,68	78,27
7	77	78	79	77,3	78,4	79,08	79,64
8	78	79,5	80,2	80,2	77,05	78,54	78,27
9	82	76,5	80,4	79,5	79,75	78,34	78,67
10	75	82	75,6	79,8	79	78,22	78,16
O'rta	77,1	78,2	78,1	78,37	78,56	78,42	78,57
Dispersiya	18,3	3,5	3,1	2,4	0,66	0,23	0,22
Maydonning aniq echimi = 78,54 sm ²							

2- jadvalda keltirilgan masalani javoblarini analiz qilib, shunga kelamiz.

1. Generir nukta sanasi o'sishi bilan (modelni progoni davomida) aylanmaning maydonning baxolari yaqinlashadilar aniq tenglarga (78,54 sm²). Baxolar boshidan aniq tenglarni oldida bo'ladilar, keyinchalik bir bo'ladilar. Bularni kuzatishda xar bita imitatsion model javoblariga mavjud.

2. O'nta progen modeli (bir biriga o'xshamasligi, faqat qo'llanadigan tasodifiysanalar ketma ketli).Xar xil baxolarni beradilar bita n , bo'lganda xar bita progon ko'rib chiqish mumkin, eksprementning kuzatishi, modellashtirish bilan bog'langan.

3. Qiziqarlisi bir-biriga o'tishlar kamayadi, agarda 10 qismli javoblar o'rtachabo'lsa n – ko'payishi bilan 100-dan 200 gacha dipresiyalar tez kamayadi 18,3 dan 3,5 gacha. Bu intervalni inobatga olmaganda bunday tez kamayish dipersiyalari xech qayerda kuzatilmaydi. Oxirgisi shuni ko'rsatadiki, peredel borligini, undan progoni modelini kattarishini , bermaydi aniq javobni ko'payishini, dipresiya orqali o'rganiladi.

4. SHuni inobatga olib, agarda maydonning baxosi tashlashdan mavjudbo'lsa, muximi eksperementning javoblari modellashtirish bilan bog'liq shu shaklda topish intervallarda bo'lishi kerak.

Asosiysi yuqorida ko'rsatilgan masalada bu dalilga keltirish mumkin, modellashtirish imitatsiyasi modelni ishlab chiqish bilan to'xtamaydi va mashina programmasi yozish bilan; modellashtirish o'zidan shuni ko'rsatadiki bu statistik

eksperiment, va uni javobini ko'rib chiqish zarur. Xar bir eksperiment uchun model bilan bog'langanini, shu savollarga javob berish shart:

- 1) Progonni davomi qanday bo'lishi kerak. Statsionar shart kelib chiqishi uchun?
- 2) Statistik mavjud bo'lmagan kuzatishlarni qanday olish mumkin? 3) Qancha kuzatish ishonchli intervallar kelib chiqishi uchun?

4. Imitatsion modellarni ekspluatatsiyasi va to'g'ri turushlari.

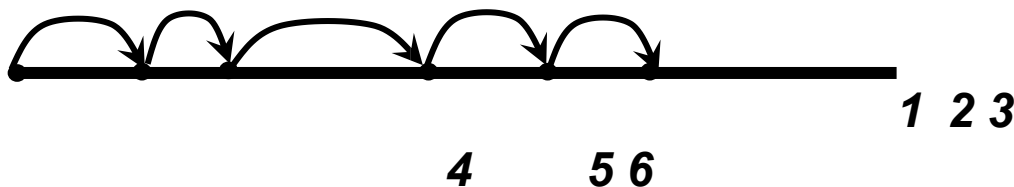
Birinchi qanday bu imitatsion model uchun, yozuvdan iborat real bo'lgan sistemadan asosiy voqealarni qo'llanilishi bilan. Bu voqeani topish mumkin vaqtning nuqtasi deb, unda mavjud bo'lgan sistemaning o'zgarishlari talab qilinayotgan javoblarni olish uchun modellashtirishni sistemani kuzatish shu paytlarda, voqea bo'layotgan paytda.

Voqealarni qo'llanilishi imitatsion modellashtirishda ko'rib chiqamiz. Masalani ko'pchilikka xizmat ko'rsatish sistemalar bitta xizmat ko'rsatish bilan bog'liq.

Bu sistemani modellashtirish bu oreatsion xizmat ko'rsatish sistemasini baxolash, bu o'rtacha vaqt kutib turish joyiga kelishi ham, o'rtacha kutib turish uzunligi va vaqtni sistemaning to'xtatishi. Operatsion jarayonlar ko'pchilikka xizmat ko'rsatish buyurtmalari xizmat ko'rsatish uchun, va xizmat ko'rsatish tugashi bilan mumkin olish kerak bo'lgan informatsiyani, xar xilini kuzatib bu yoki boshqa voqea boshlanishi kelib chiqadi.

Masalan, mumkin kelish uchun uzun kutib turishni shu orqali . YAngi klient kelib tushganida kutib turish uzunligi ko'payadi 1 songa, agarda funksional sistema bo'lsa. Kutib turish uzunligi kamayadi bita songa, agarda xizmat ko'rsatish tugashi bilan, kutib turish joylar bo'sh emas.

Xar bir imitatsion modelni ishlatish uchun bir vaqtni tanlash kerak. Tabiatan mavjud bo'lgan modellashtirish sistemasi bir sana paytda bir daqiqa, soat, sutka, oy bo'lish mumkin. Endi ko'rsatamiz oddiy imitatsion modelni ishlashi. Sistemaning ishini modellashtirish kerak bo'lgan T son vaqt paytida. Ish boshlanadi nol vaqt kelgan paytda va kelib chiqqan voqealar vaqt shkalasida. 2chi chizmada ko'rsatilgan ekspluatatsiya modelning jarayoni. Xar bir voqea vaqt shkalasida semiz nuqta bilan belgilangan (•) va raqamlangan (1,2,3,4,5,6). Tez o'zgarishlar, model orqali bo'lgan o'tishlar orqali bitta voqeadan boshqasiga, shuni ko'rsatadiki bunday jarayon diskret vaqtida bo'lib o'tadi.



2-rasm.

Masala 3. Ko‘rib chiqamiz qanday mumkin odpofaz sistemalarni modellashtirish xizmat ko‘rsatish esa qo‘l orqali echish yordamida . Bu masala asosiylarni tushuntirish kerak, yuqorida ko‘rsatilganlardan.

Bizlar xoxlaymizki sistemani modellashtirish ko‘pchilik xizmat ko‘rsatilgan, kelib tushgan buyurtmalar, ularda bo‘ysigan puassonning taqsimoti o‘rtacha 3-ta mijozni 1 soatda, xizmat ko‘rsatish vaqti esa 0,2 soatga teng, va bo‘lgan 0,5 yoki 0,6 soat, va bo‘lgan 0,5. Xizmat ko‘rsatilgan mijozlar buni inobatga olib «birinchi kelgan, birinchi bo‘lib xizmat ko‘rsatish» kutib turish uzunligiga, va kelib tushayotgan mijozlar sanoqsiz. Faraz qilamiz boshlang‘ich paytida mijozlarni modellashtirshi yo‘q.

Puassonning kirib kelishi o‘rtacha intensiv $\lambda=3$ kelishlari mijozlarni bir soat mobaynida, buyurtma mobaynida esa eksponensial taqsimlash bor va 2-chi masalada ko‘rsatilganda, formuladan olishimiz mumkin.

$$p = -(1/\lambda) \ln R = -(1/3) \ln R.$$

Xizmat ko‘rsatish vaqti 0,2 teng bo‘lishi mumkin, yoki 0,6 ga teng bo‘lishi mumkin, xizmat ko‘rsatish vaqti shunday topiladi:

$$\lambda 0,2 \leq npu 0 \leq R \leq 0,5 \quad q$$

$$= \lambda 0,6 \leq npu 0,5 \leq R \leq 1.$$

Yuqorida ko‘rsatilgandek, bita fazali sistema xizmat ko‘rsatish, mumkin voqea 2- ta xolat uchun: mijozlarni kelishlari va ularni ketishi (xizmat ko‘rsatish tugatiladi.)

Berilgan masaladagi sistema bo‘sh (ishsiz) navbatdan ish boshlagani boshlagani tufayli, u tuxtab turish xolatidan boshlab funksiya bajaradi. Xizmat ko‘rsatishga so‘rov

$$p_1 = -(1/3) \ln 0.058962 = 0.95 \quad c.$$

dan keyin keladi. (berilgan masalada qo‘llangan tasodifiy sonlar ketma-ketligi 1- jadvaldan olingan). SHunday qilib, model $t=0$ dan $t=0,94$ ga o‘tadi. $t=0,94$ momentda xizmat ko‘rsatishga bo‘lgan talab kelishiga bog‘liq xodisa sodir bo‘ladi, shuning uchun navbatdagi talab kelishi vaqtini xisoblaymiz:

$$t = 0,94 + [-(1/3) \ln 0,673284] = 1,07.$$

Endi, $t \in [0; 0,94]$ da sistema to‘xtab turganligi uchun; $t = 0,94$ momentda kelib tushgan mijozga xizmat ko‘rsatish boshlanadi; unga berilgan xizmat qilish vaqti $R = 0,479909$, $q = 0,2r$ ga teng. Xizmat ko‘rsatish vaqtining tugashi

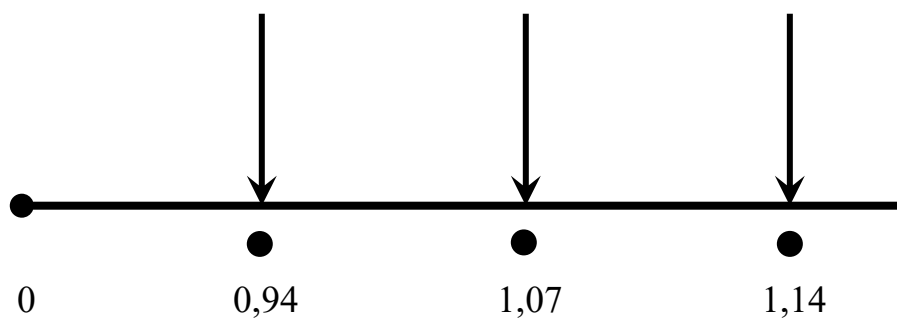
$$t = 0,94 + 0,2 = 1,14$$

kabi xisoblanadi.

Bu momentda sistema ishchi (ya’ni xarakatda) deb e’lon qilinadi, to‘xtab turish vaqti quyidagicha aniqlanadi:

$$To'xtab turish vaqti = 0 + 0,94 = 0,94.$$

$t=1,14$ momentgacha sodir bo'lgan xodisalar 3-rasmda ko'rsatilgan. Kelish
kelish xizmat ko'rsatish tugashi



Rasm 3.

Navbatdagi xodisa $t=1,07$ momentda talabning kelishi (qo'yilishi). Sistema ishini davom ettirgani kabi, talablar navbatga qo'yiladi, navbatlarning uzunligi esa rostlab chiqiladi:

$$Q = 0 + 1 = 1 \quad (t = 1,07 \text{ моментда}).$$

Navbatdagi talab vaqtning

$$t = 1,07 + [-(1/3) \ln 0,948578] = 1,09.$$

momentida qo'yiladi.

Keyingi xodisa $t=1,09$ momentda xizmat ko'rsatishga qo'yiladigan talabdan iborat bo'ladi. Sistema xali ham ishchi xolatda turganligi sababli, navbatlarning uzunligi rostlanishi zarur:

$$Q = 1 + 1 = 2 \quad (t = 1,09 \text{ моментда}),$$

keyingi talab

$$t = 1,09 + (-1/3) \ln 0,61396 = 1,25.$$

momentda qo'yiladi. $t=1,14$ momentda sodir bo'ladigan navbatdagi hodisa, xizmat ko'rsatish tugaganini bildiradi. Navbat bo'sh bo'lmaganligi sababli, navbat bo'yicha mijozga xizmat ko'rsatish boshlanadi. Navbat uzunligi quyidagicha o'lchanadi:

$$Q = 2 - 1 = 1 \quad (t = 1,14 \text{ моментда}),$$

Quyish vaqtining yig'indisi esa

$$W = 0 + (1,14 - 1,07) = 0,07c.$$

ga teng bo'lib qoladi. $R = 0,934123$ dan foydalanib, mijozga xizmat ko'rsatish vaqti tugashini qo'lga kiritamiz: $t = 1,14 + 0,6 = 1,74$.

SHu yo'sinda davom etib, shunga o'xshash modellarni ekspluatatsiya qilish jarayoni haqidagi ma'lumotlarni olish mumkin. Bu jarayon soni T interval modellashtirilgunicha davom ettiriladi. SHundan so'ng modellashtirish jarayonidan kelib chiqib, xar xil operatsion xarakteristikalarni aniqlash mumkin.

Masalan: Sistemaning to'xtaib turish vaqti ulushi va mijozlarga xizmat ko'rsatishning o'rtaga qo'yish vaqti quyidagicha aniqlanadi: æСистеманинг тухтаб
ö тухтабтурии вакти йигиндис

$\zeta_{\text{ётуриш вақти улуши, \%}} \div \varnothing = T\text{-ни моделлаштириш даври} \times 100,$

$\text{æ} \text{Мижозга хизмат курсатишнинг } \varnothing \text{ кутуш вақти йигинтиси } W$

$\zeta_{\text{ёуртача кутуш вақти}} \div \varnothing = \text{келадиган мијозлар сони} \cdot$

Imitatsion modellarni qurish va ekspluatatsiya qilish uslublarini ko'rsatib, modellashtirishda kuzatishlar xosil qilishga oid muhim savollardan birini qisqacha ko'rib chiqamiz.

Modellashtirish eksperiment (tajriba) bo'lgani uchun, hosil qilingan kuzatishlar statistik jixatdan mustaqil bo'lishi va modellashtirilayotgan sistema statistik jixatdan to'g'ri interpretatsiya qilinish imkoniyati bilan ta'minlanishi uchun bir xil taqsimlangan bo'lishi kerak.

Asosiy maqsad kuzatishlarni iloji boricha kam xato bilan olib borishga yo'naltirilgani uchun, bunga quyidagilar yordamida erishish mumkin.

- 1) modelning juda uzoq tekshirilishi; bu statsionar xolatda extimolli natijalar sonini ko'paytirishga yordam beradi.
- 2) model progonining turli tasodifiy sonlar ketma-ketligi bilan takrorlanishi; xar bir tasodifiy son bir xil kuzatishni beradi. Turli tasodifiy sonlar ketma-ketligining qo'llanilishi, qo'lga kiritiladigan kuzatishlarning istalgan mustaqilligiga olib keladi.

Tajribada modellashtirishni kuzatish jarayonida quyidagi ikki narsaga ega bo'lish kerak:

- 1) modellashtirishga ketadigan xarajat model progonining davomiyligida bog'liq bo'lishi mumkin:
- 2) Tanlanadigan xatolarni, tanlanma xosil qiluvchi mukammallashtirilgan uslublarni qo'llash xisobiga kamaytirish mumkin; bu statistik xatolarni kamaytirishga qaratilgan.

Mustaqil ishlash uchun savol va topshiriqlar

1. Imitatsion modellashtirishning qo'llanilish doirasi kanday aniklanadi?
2. Imitatsion modellashtirishning maqsadi nimadan iborat?.
3. Tasodifiy miqdorlar kaerlarda ko'llaniladi?
4. Monte –Karlo usulini asoslang.
5. Imitatsion modellar kanday quriladi?

Imitatsion modellardan kaerlarda foydalanish mumkin?