

1-amaliy mashg'ulot.

Mavzu: Kompyuterli modellashtirish bosqichlari

Reja

1. Amaliy mashg'ulot uchun kerakli jihozlar
2. Nazariy ma'lumotlar
3. Tadqiqot ob'yekti, ob'yekt matematik modeli, matematik modelni yechish algoritmi, algoritm asosida tuzilgan dastur.
4. Tizimlarni modellashtirish va loyihalashning turli bosqichlarida qo'llaniladigan modellar va modellashtirish vositalari.
5. Amaliy qism
6. Amaliy topshiriqlar

Kerakli jihozlar. Matlab®/Simulink®dasturiy ta'minoti bilan ta'minlangan kompyuterlar va printerlar.

Nazariy ma'lumotlar

Tadqiqot ob'yekti, ob'yekt matematik modeli, matematik modelni yechish algoritmi, algoritm asosida tuzilgan dastur

Model xakidagi boshlangiya ma'lumotlardan bizga shu narsa ma'lum bo'ldiki, matematik model real dunyodagi yoki biror tadqiqotlar predmet sohasidagi ob'yektlar(hodisalar)ning qandaydir xossalarini o'rganish maqsadida ularning matematika tilida tavsiflanishidan iboratdir. Tadqiqotchi sub'yekt tomonidan ob'yekt obrazini muayyan formal(matematik) tizimlar yordamida qurish jarayonini umumiy holda tushinib olish uchun quyidagi vaziyatni qaraymiz.

Faraz qilaylik Q ob'yekt bizni qiziqtiruvchi biror C_0 xossasaga ega bo'lsin. Bu xossani ifodalovchi matematik modelni hosil qilish uchun quyidagilar zarur:

1. Shu xossa ko'rsatkichini aniqlash(ya'ni xossaning biror o'lchamlar tizimidagi o'lchovini aniqlash).

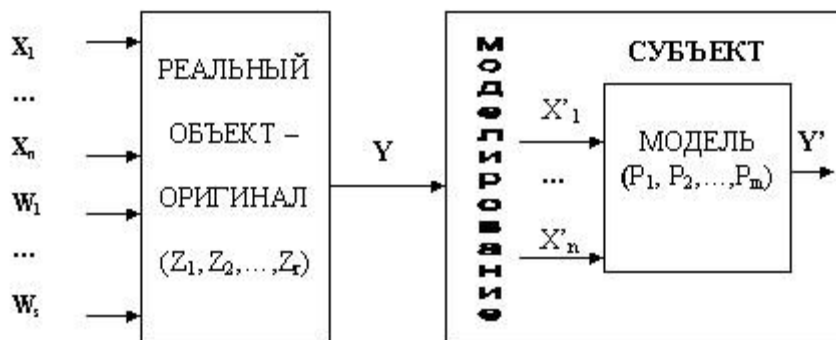
2. S_0 xossa bilan qandaydir munosabatlar orqali bog'langan S_1, \dots, S_m xossalar ro'yxatini aniqlash(ular ob'yektning ichki xossalari va ob'yektga ta'sir ko'rsatuvchi tashqi muhit xossalari bo'lishi mumkin).

3. Izlanayotgan Y ko'rsatkichga ta'sir ko'rsatadigan tashqi muhit xossalarini tanlangan format tizimida x_1, \dots, x_n tamq faktorlar kabi, ob'yektning ichki xossalarini z_1, \dots, z_r parametrlar kabi ifodalash, xisobga olinmagan xossalarni esa xisobga olinmaydigan (w_1, \dots, w_s) faktorlar guruxiga kiritish kerak.

4. Mumkin bo'lgan holda Y ko'rsatkich bilan barcha xisobga olinadigan faktorlar va parametrlar orasidagi munosabatni aniqlash, matematik modelni qurish.

Umumiy ko'rinishda bunday modellashtirish sxemasi 1-rasmda

ko'rsatilgan.



1-rasm. Real ob'yektni sub'yektiv kursatish kabi modellashtirish. 1-rasmga ko'rsatilgandek real ob'yekt uning xossalari ko'rsatkichlari orasidagi quyidagi funksional munosabat

$$Y=f(x_1,...,x_n,z_1,...,z_r,w_1,...,w_s). \quad (4)$$

orkali xarakterlanadi. Ammo modelda ob'yekt-originalning faqat shunday faktor(omil) va parametrlari aks ettiriladiki, ular tadqiq kilinayotgan muammoni hal etish uchun muhim ahamiyatga ega bo'ladilar. Bundan tashkari o'lchov asboblarning noaniqligi va ba'zi omillar to'g'risida ma'lumotlarning yetishmasligi sababli muhim omil va parametrlarni aniqlashda albatta muayyan xatolikga yo'l qo'yiladi. Shu sababli matematik model o'rganilayotgan ob'yekt xossalaring taqribiy ifodasi hisoblanadi. Matematik modelni o'rganilayotgan **real mavjudlikning abstraksiyasi** sifatida aniklash ham mumkin.

Modellar odatda orginaldan o'zining ichki parametrlari tabiati bilan farq kiladi. Bundagi o'xshashlik esa model va orginalning $x_1,...,x_n$ tashki faktorlar o'zgarishiga ko'rsatadigan Y reaksiyasining adekvatligida hisoblanadi. Shuning uchun umumiy holda matematik model quyidagi funksiya bilan tavsiflanadi:

$$Y' = f(x'_1,...,x'_n,p_1,...,p_m), \quad (5)$$

bu yerda $p_1,...,p_m$ – modelning ichki parametrlari bo'lib, ular orginalning parametrlariga adekvatdir.

O'rganilayotgan ob'yektni matematik tavsiflash usullarining qo'llanishiga karab matematik modellar analitik, imitatsiyali, mantiqiy, grafikli, avtomatli va shunga o'xshash boshqa shakllarda bo'lishi mumkin.

Matematik modellashtirishning bosh masalasi shundaki, tuzilgan matematik model real ob'yektning hisobga olinadigan faktorlari, parametrlari va ba'holanayotgan xossasining Y ko'rsatkichi orasidagi munosabatlarni qanchalik aniqlikda aks ettiradi, ya'ni (5) tenglama (4) tenglamaga qanchalik aniqlikda mos keladi.

Ba'zan (5) tenglama aniq ko'rinishda olinishi mumkin. Masalan, differensial tenglamalar sistemasi ko'rinishida yoki boshka aniq matematik munosabatlar ko'rinishida hosil qilinishi mumkin.

Murakkabrok xollarda (4) tenglamaning ko‘rinishi noma’lum va tadkikotchining vazifasi avvalo bu tenglamani topishdan iborat. Bunda variatsiyalanuvchi x'_1, \dots, x'_n , parametrlar tarkibiga barcha xisobga olinadigan tashki faktorlar va o‘rganilayotgan ob‘yektning paraametrleri kiradi, Izlanayotgan parametrlar hisobiga esa modelning p_1, \dots, p_m ichki parametrlari kiradi. Bu parametrlar x'_1, \dots, x'_n , faktorlarni Y' ko‘rsatkich bilan haqiqatga eng yaqin munosabat orqali bog‘laydi.

Bu muammoni hal etish bilan tajriba(eksperiment) nazariyasi shug‘ullanadi. Bu nazariyaning mohiyati shundan iboratki, x'_1, \dots, x'_n parametrlar va Y' ko‘rsatkichning tasodifiy tanlab olingan kiymatlariga asoslanib, (5) funksiya (4) real konuniyatni eng anik aks ettirishini ta’minlaydigan p_1, \dots, p_m , parametrlarni topish talab etiladi.

Amaliyotdan yaxshi ma’lumki, amaliy masalalarni yechishda fakatgina matematik bilimlarga ega bo‘lish yetarli emas, balki masalaning boshlang‘ich qo‘yilishini matematika tiliga o‘tkaza olish tajribasi ham zarurdir. Xuddi shu narsa matematik modellashtirish mahoratiga ega bo‘lish muammosi xisoblanadi.

Modelni qurish nimadan boshlanadi? Matematik modellashtirish bo‘yicha ishlarni tashkillashtirishning asosiy bosqichlari nimalardan iborat?

Modellashtirishdagi boshlang‘ich nuqta, odatda, hodisaning biror bir empirik real tasviri – matematik bo‘lmagan real ob‘yekt: tabiat xodisasi, fizik, biologik yoki ishlab chikarish jarayoni va shu kabilardir. Matematik ifodalash mumkin bo‘lgan masalani jumlashtirish jarayoni ko‘pincha davomli bo‘ladi va bunda matematikning boshqa matematik bo‘lmagan mutaxassislar bilan maslahatlashishi zarur.

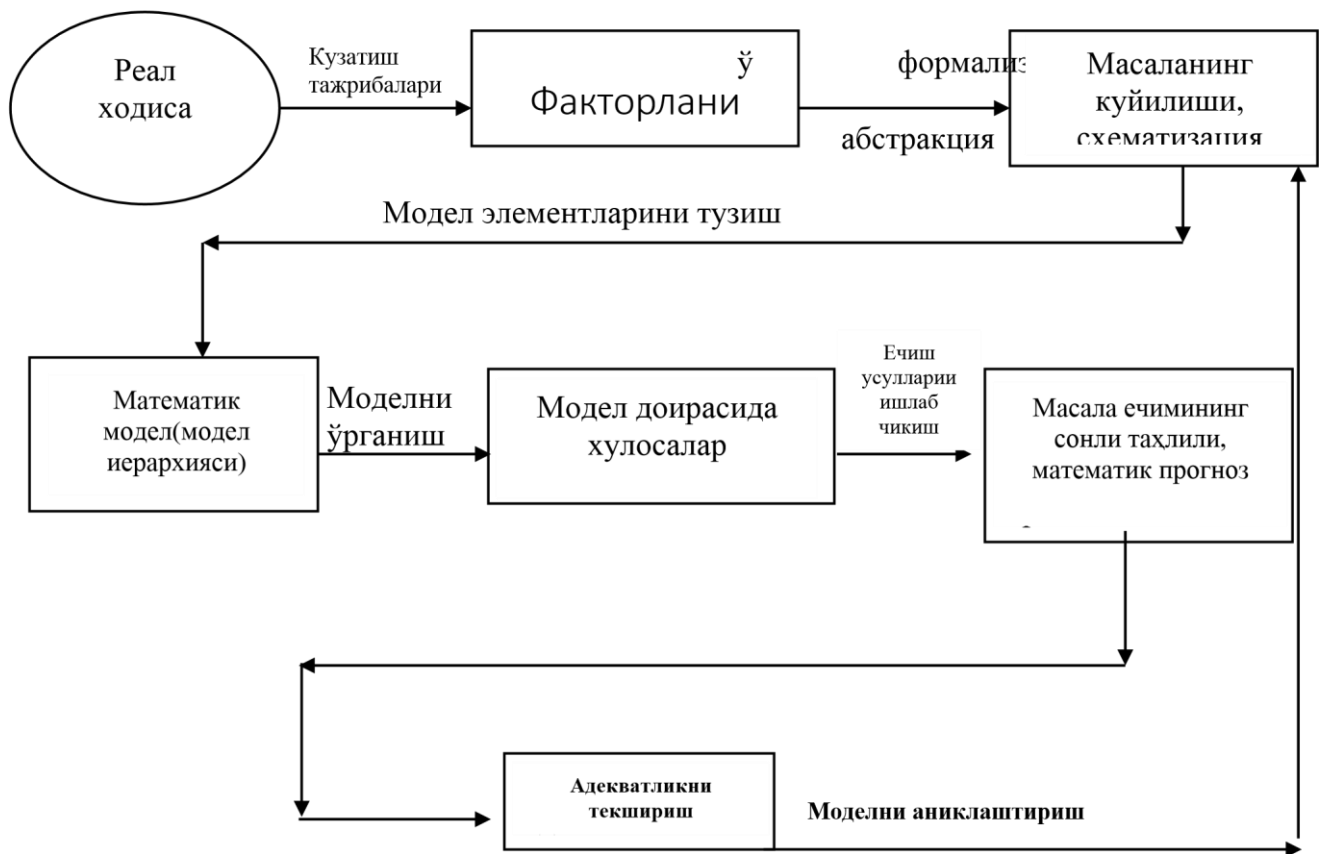
1–rasmda konkret amaliy masalani yechish maksadida matematik modellashtirish jarayonni tashkillashtirish umumiy sxemasi keltirilgan. Matematik modellarni qurish va ularni tadqiq qilish bosqichlari sifatida qarash mumkin bo‘lgan bu sxema kadamlarini kiskacha izohlab o‘tamiz.

Avvalo modellashtirishning maksadi aniq ifodalanishi lozim. Shundan kelib chikib, boshlang‘ich bosqich (sxemaning 0–1 kadamlari) ma’lumotlar(faktlar) va ilmiy kuzatish natijalarini yig‘ishdan iborat. Bu yerda tadqiq etilayotgan ob‘yektga xos umumiy talablar, shartlar va cheklashlarni aniqlash maqsadga muvofiqdir.

Keyingi bosqichda (1–2 kadam) xodisani sxematik ifodalash va uni ideallashtirish jarayoni sodir bo‘ladi, ya’ni xodisaning muhim xususiyatlari ajratib ko‘rsatiladi.

Har bir hodisada muhim va muhim bo‘lmagan xususiyatlarni ko‘rish mumkin.

Masalaning qo‘yilishi uchun hal etuvchi uzgaruvchilar, parametrlar va cheklashlarni identifikatsiyalash(aniqlash) zarur. Bu kadam matematik ifodalash mumkin bo‘lgan masalaning qo‘yilishiga olib keladi.



1-расм. Matematik modell qurilish strukturasi.

Muhim omillar aniqlangandan keyingi bosqich (2-3 kadam) bizga kerakli ma'lumotlarni matematik tushunchalar va kattaliklar yordamida ifodalashdan iborat. Bunda xodisalarning aniqlovchi parametrlari sistemasini tuzish, kattaliklar va parametrlar orasidagi tenglama va munosabatlarni aniqlash kabilar bajariladi. Bu modellashtirish jarayonining eng murakkab boskichidir. Bu yerda tadkikotchi ko'p xollarda fundamental fizik konunlarga, masalan, massa va energiyaning saklanish konuniga, xarakat mikdorining o'zgarishi, elektromagnetizim konunlariga, nurlanish nazariyasiga, extimollar nazariyasining prinsiplari va boshkalarga tayanishiga to'g'ri keladi. Model elementlarini tuzish natijasida masalaning matematik modelini yoki bunday modellarning iyerarxiyasini hosil qilamiz.

Model qurilgandan keyin va uni qurish davomida modelning xodisaga adekvatligini va masala qo'yilishining mantiqiy ziddiyatsizligi, korrektiligini tekshirish kerak bo'ladi (3-4 kadam). Modelning matematik asosi ziddiyatsiz bo'lishi va matematik mantikning odatdagi barcha konunlariga buysunishi lozim. Qo'yilgan matematik masala korrekt bo'lishi, ya'ni boshlang'ich va chegaraviy shartlardagi kichik o'zgarishlarda turg'un bo'lgan yagona yechimga ega bo'lishi kerak.

Matematik model qurilgandan keyin, ya'ni masalaga matematik shakl berilgandan so'ng biz uni o'rganish uchun ma'lum bo'lgan matematik usullardan

foydalanishimiz yoki agar ulardan foydalanib bo'lmasa, yangi usullarni ishlab chikish lozim bo'ladi.

Yakunlovchi bosqichlarda (4-5, 5-6 kadamlarda) modelning to'g'riligi bizning matematik modelimizga mos ravishda nazariy masalani yechish natijalari bo'yicha va ularni real xolat taqqoslash orqali tekshiriladi. Shuni aytib utish kerakki, masalani yechish va olingan natijalarni real voq'yelik bilan taqqoslash jarayonida model aniklashtirilib borilishi mumkin.

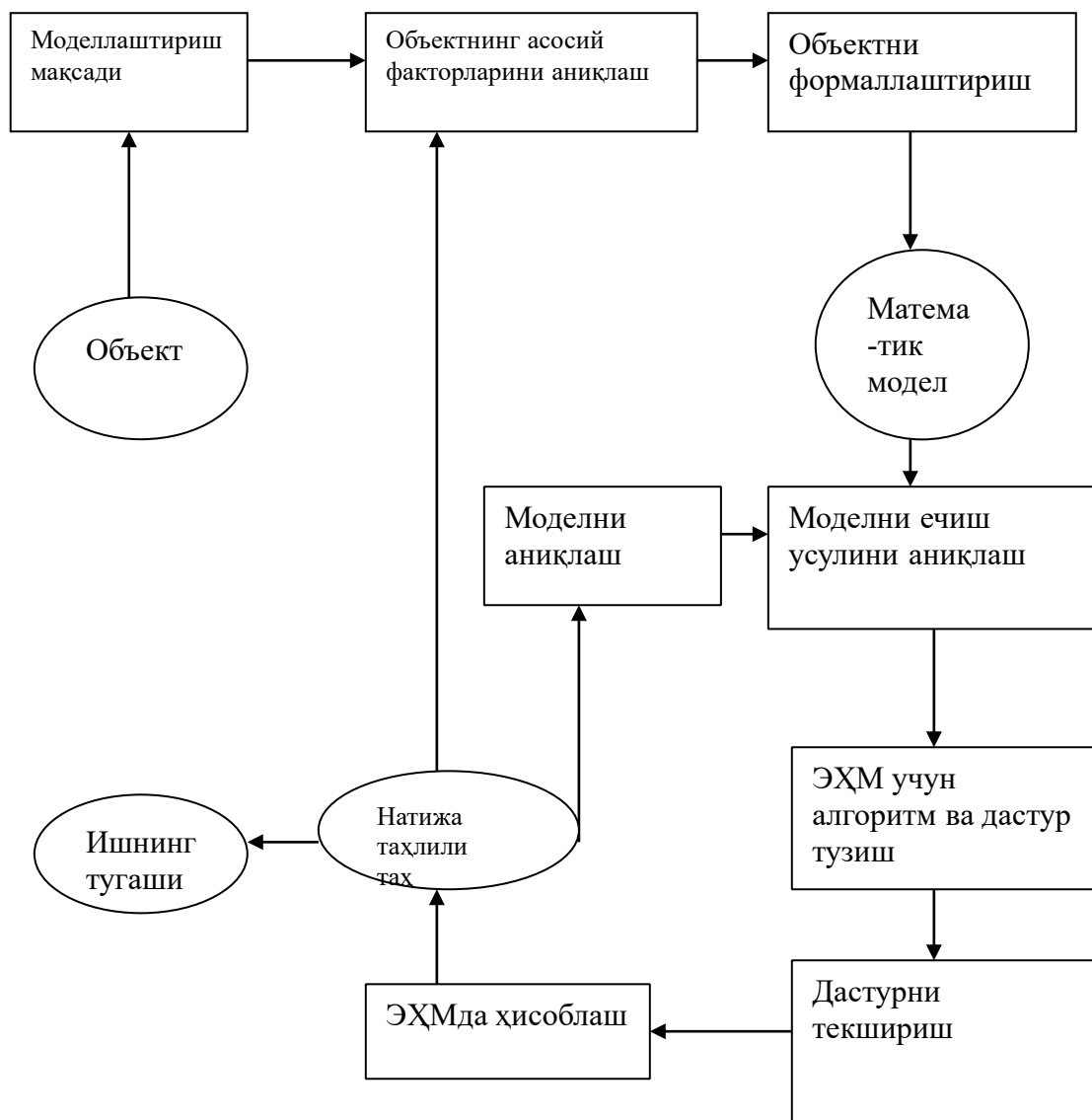
Yukorida keltirilgan sxemaga asosan amaliy masalani matematik modellashtirish usuli bilan tadqiq kilish va yechishning quyidagi asosiy bosqichlarini keltirish mumkin:

- muammoni identifikatsiyalash(aniklashtirish);
- matematik modelni qurish;
- modelni o'rganish va matematik masalani yechish usulini tanlash;
- qo'yilgan matematik masalani yechish va olingan natijalar taxlili;
- modelning adekvatligini va korrektiligini tekshirish; -
- Olingan tadqiqot natijalarini realizatsiya qilish.

Matematik modelni kurish va tadqiq kilish, amaliy masalani yechish bo'yicha barcha ishlarni tashkillashtirish murakkab jarayon xisoblanadi. Bu jarayon haqida yukorida aytilgan fikrlar fakatgina uning umumiy sxemasini aniklaydi.

Real ob'yektdan uning modeliga o'tishni aniqlaydigan anik koidalar umumiy holda mavjud emas. Real ob'yekt holatini aniklovchi faktorlar to'plamidan uncha ko'p bo'lmagan hal etuvchi faktorlarni ajratib olish va originaldan modelga o'tish tadqiqotchining modellashtirish bo'yicha qobiliyatini aniklaydi. Qurilgan modelning real sistemaga adekvatlik darajasi va, natijada, qo'yilgan masalani hal etishdagi muvaffaqiyat tadqiqotchilar guruxi a'zolarining ijodiy qobiliyati va amaliy tajribalariga ko'p jixatdan bog'liqdir.

Modellashtirish bosqichlarini to'g'ri va oqilona amalga oshirish matematikaning qo'llanishi an'anaviy bo'lgan nafakat fizika va mexanika, balki fanning boshka sohalari, jumladan kimyo, iktisodiyot, biologiya, geologiya, geografiya, psixologiya, tibbiyot va konkert texnika fanlariga oid turli masalalarni muvaffaqiyatli hal etish imkonini beradi.



Tizimlarni modellashtirish va loyihalashning turli bochqichlarida qo'llaniladigan modellar va modellashtirish vositalari

Hisoblash tizimlari masalalari maxsus sinf modellarini talab qiladi. Bu modellar tizimning o'zgarish qonuniyatlarini, uning unumdorligi, ishonchliligi va boshqa xarakteristikalarini hisobga olgan holda tuziladi. Shu bilan birga modelni analiz qilish, identifikatsiya va sintez masalalari uchun metodlar aniqlash talab etiladi. Masalaning unumdorligi va ishonchliligini analiz qilish, unumdorligi va ishonchliligi berilgan holda masalani sintez qilish masalasi hisoblash texnikalarini loyihalashtirish va ekspluatatsiya qilishning ommaviy masalalaridan biri bo'lib qolmoqda.

Modelni qurish tamoyillari va uning xossalari. *Model – bu tekshirilayotgan ob'yektni o'zida akslantiruvchi fizik yoki abstrakt tizimdir.* Hisoblash tizimlari nazariyasida abstrakt modellar qo'llaniladi. Bu modellarda komponentalar fizikaviy elementlar bo'lmay, ular matematikada ko'p qo'llaniladigan tushunchalardan iborat. Matematik model quyidagi funksional ko'rinishdan iborat $YqF(X)$, bunda $Y = \{y_1, \dots, y_M\}$ va $X = \{x_1, \dots, x_N\}$ – modellashtirilayotgan tizimning

xarakteristikasi va parametrlaridir, F – funksiya modelni aks ettiradi. Modelni qurish, F funksiyaning qurishdan iboratdir.

Model tekshirish maqsadidan kelib chiqib tuziladi, bunda quyidagilar hisobga olinadi:

1) xarakteristik $Y = \{y_1, \dots, y_M\}$, tuzilishi
2) parametrlarning $X = \{x_1, \dots, x_N\}$ tuzilishi, bularning o'zgarishi Y ga ta'sir qilishi kerak;

3) $x_n \in x_n^*, n = 1, \dots, N$, parametrlarning o'zgarish sohasi modelning aniqlanish sohasi deyiladi.

4) adekvatlik – model asosidagi Y xarakteristikaning limitik mumkin bo'lgan xatoligi.

Y xarakteristikaning tuzilishi tizimning unumdorligi va ishonchliligi bilan bog'langan funksional o'zgarishlarni ifodalaydi. X parametr esa modelning yuqoridagi sifatlariga ta'sir etadigan tizimning barcha aspektlarini hisobga oladi.

Jarayonlarni modellashtirishda ehtimoliy yondoshuv. Hisoblash tizimining unumdorligi va ishonchliligi vaqt o'zgarishlari bilan bog'langandir. Unumdorlikni baholash, hisoblash tizimidagi hisoblash jarayonining vaqt bo'yicha davomiyligidan iborat. Ishonchlilikni baholashda, tizimning har-xil holatlarda bo'lish davomiyligi tushuniladi, ya'ni qurilmaning ishlamay qolishi va uni qayta tiklash gacha bo'lgan vaqt davomiyligidan iborat. Hisoblash tizimlari, protsessordagi hisoblash jarayonining davomiyligi, periferiya qurilmasiga murojaat qilinishlar soni va tartibidan iborat bo'lgan tasodifiy faktorlar ta'sirida bo'ladi. Ishlamay qolgan elementlarni qayta tiklash ham tasodifiy hodisalardan iborat.

Hisoblash tizimlaridagi jarayonlar, modellarda uzluksiz va diskret tasodifiy jarayonlar ko'rinishida bo'ladi. Diskret tasodifiy jarayonlar chekli holatlar to'plamidan iborat. Bular esa ehtimollar nazariyasi va matematik statistika metodlariga asoslanadi.

Markov modellari. Tasodifiy Markov jarayonida, $t + \delta$ momentdagi tasodifiy jarayon faqat t momentdagi jarayonga bog'liqdir.

Markov jarayonlarida diskret tasodifiy jarayonlar Markov zanjirlari deyiladi. Agar jarayonning $S = \{s_1, \dots, s_x\}$ to'plami chekli bo'lsa Markov zanjiri chekli deyiladi. Chyekli Markov zanjiri uzluksiz va diskret vaqtlarda aniqlanadi. Birinchi vaziyatda jarayon bir holatdan ikkinchi holatga ixtiyoriy t_0, t_1, t_2, \dots vaqt momentlarida o'tsa, u holda zanjir uzluksiz deyiladi. Ikkinchi vaziyatda jarayon bir holatdan ikkinchi holatga vaqtning $t = 0, 1, 2, \dots$ momentlarida o'tsa, u holda zanjir diskret deyiladi.

Diskret Markov zanjiri quyidagicha aniqlanadi:

- 1) holatlar to'plami $S = \{s_1, \dots, s_K\}$
- 2) ehtimoliy o'tish matritsasi, ya'ni jarayonning joriy s_i holatidan s_j holatga o'tishini xarakterlaydi;

$$P = [p_{ij}] = \begin{matrix} & \begin{matrix} s_1 & s_2 & \dots & s_K \end{matrix} \\ \begin{matrix} s_1 \\ s_2 \\ \dots \\ s_K \end{matrix} & \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1K} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{K1} & p_{K2} & \dots & p_{KK} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (*)$$

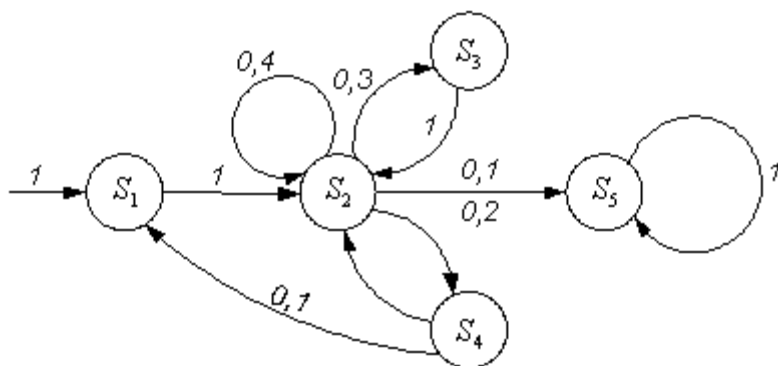
- 3) boshlang'ich ehtimollar vektori (boshlang'ich taqsimlanish)

$\pi_0 = \{p_1^{(0)}, \dots, p_K^{(0)}\}$, ya'ni, bunda $t=0$ momentda jarayonning joriy s_i holatda bo'lishi $p_i^{(0)}$ ehtimol bilan aniqlanadi.

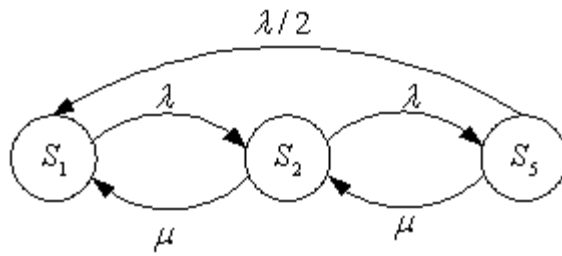
Markov zanjiri graflarda berilgan, bunda graflarning uchlari zanjir holatiga, yoylar esa bir holatdan boshqa holatga o'tishni bildiradi. s_i va s_j uchlarni bog'lovchi (i, j) yoylar bir – biridan p_{ij} ehtimollik bilan farqlanadi. 1- rasmda $S = \{s_1, \dots, s_5\}$

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ s_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,4 & 0,3 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0,9 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

bunda $\pi_0 = \{1, 0, 0, 0, 0\}$ boshlang'ich ehtimol vektori.



holatlardagi Markov zanjiri, ehtimoliy o'tish matritsasi bilan berilgan.
Rasm. 1. Markov zanjiri grafi



Rasm. 2. Uzlüksiz Markov zanjiri grafi

Markov zanjirlari yutuvchi va ergodik (qaytuvchi) zanjirlarga bo‘linadi.

Yutuvchi Markov zanjiri. Yutish holatidan iborat bo‘lib, jaryon bir holatga o‘tib, u bu holatni mutlaqo tark etmaydi, ya’ni, jarayon tugaydi. Uning ehtimoliy o‘tish matritsasi quyidagidan iborat:

$$P = [p_{ij}] = \begin{matrix} & \begin{matrix} s_0 & s_1 & \dots & s_K \end{matrix} \\ \begin{matrix} s_0 \\ s_1 \\ \dots \\ s_K \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ p_{10} & p_{11} & \dots & p_{1K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{K0} & p_{K1} & \dots & p_{KK} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

Yutuvchi Markov zanjirining asosiy xarakteristikasi, jarayonning yo‘qolguncha s_1, \dots, s_K holatlardagi qolish sonidan iborat.

Ergodik Markov zanjiri. Bunda, holatlar to‘plami bir-biri bilan ehtimoliy o‘tish matritsasi bilan bog‘langan bo‘lib jarayon, biror holatdan boshlanib, bir nechta qadamdan so‘ng ixtiyoriy boshqa holatga o‘tadi. Jarayon, ergodik zanjirda hech tugamaydi, u doimo bir holatdan boshqa holatga, ehtimoliy o‘tish matritsasi orqali o‘tib turadi. Ergodik zanjirning asosiy xarakteristikasi jarayonning $S_j, j=1, \dots, K$ holatlardagi bo‘lish ehtimoli, uning S_j holatlarga tushishining nisbiy chastotasi va jarayonning har bir holatdagi bo‘lish vaqtidan iborat.

Ommaviy xizmat ko‘rsatish modeli. Hisoblash tizimining unumdorligining modelini olishda ommaviy xizmat ko‘rsatish nazariyasi keng qo‘llaniladi. EHMni ommaviy xizmat ko‘rsatish tizimi deb qarash mumkin. Ya’ni, bunda, talabnomalar soni, talabnomalarning navbatda turish vaqti va boshqalarni keltirish mumkin.

Ommaviy xizmat ko‘rsatish (rasm 3) kirayotgan talabnomalar oqimi a , navbatlar Q , navbatda turgan talabnomalarni tanlash tartibidan iborat xizmat ko‘rsatish madaniyati D , va xizmat ko‘rsatish pribori yoki xizmat ko‘rsatish kanallaridan iborat. Agar tizimda bitta pribor bo‘lsa, bu tizim bir kanalli, agar tizim bir nechta pribordan iborat bo‘lsa ko‘p kanalli deyiladi. Tizimning ishlashi navbatga kelib tushgan talabnomalarning tushishidan boshlanadi, xizmat ko‘rsatish uchun navbatda turgan talabnomalarni tanlash, va talabnomani priborga biror moment

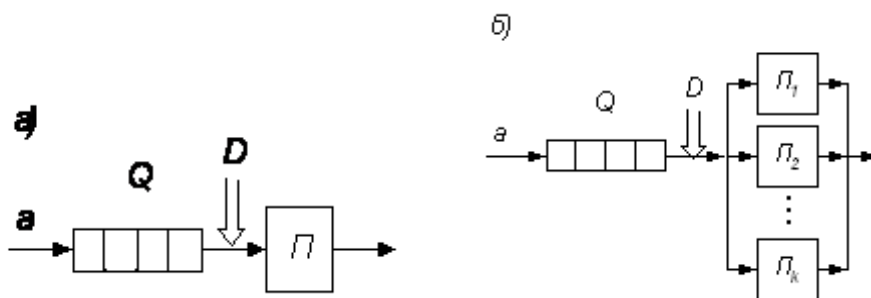
oralig'iga uzatishdan iborat. Xizmat ko'rsatilgandan so'ng talabnoma tizimni tark etadi. Tizimdan chiqishda talabnomalar oqimi hosil bo'ladi.

Ommaviy xizmat ko'rsatish tizimi quyidagi parametrlar to'plamidan iborat:

- 1) tushayotgan talabnomalar tushishlari orasidagi oraliq intervallarini taqsimlash $r(a)$;
- 2) talabnomalarga xizmat ko'rsatish madaniyati D ;
- 3) xizmat ko'rsatish priborlari soni (kanallari) K ;
- 4) priborlarni talabnomalarga xizmat ko'rsatish vaqti taqsimoti $r(b)$.

Jarayonning miqdoriy shakllanishi quyidagi xarakteristikalarga asoslanadi:

- 1) yuklanish – vaqt bo'yicha o'rtacha xizmat ko'rsatayotgan priborlar (kanallar) soni (bir kanalli tizimda yuklash juda kam vaqt talab etadi, bu vaqt oralig'ida xizmat ko'rsatish bilan band bo'ladi, ya'ni turib qolmaydi);
- 2) navbatning uzunligi – xizmat ko'rsatilishini kutayotgan zayavkalar soni;
- 3) tizimdagi zayavkalar soni (priborlarda xizmat ko'rsatilayotgan zayavkalar);
- 4) zayavkalarining navbat kutish vaqti – zayavkalarining tizimga tushgan vaqtdan xizmat ko'rsatish boshlanguncha bo'lgan vaqt;
- 5) zayavkaning tizimda bo'lish vaqti– zayavkalarining tizimga tushgan momentidan xizmat ko'rsatish tugaguncha bo'lgan vaqt, ya'ni tizimdan chiqib ketguncha bo'lgan vaqt.



Rasm 3. Birkanalli (a) va ko'pkanalli (b) xizmat ko'rsatish tizimlari

Talabalar mavzuni mukammal o'zlashtirishlari uchun bajaradigan topshiriqlar:

1-masala. H balandlikdan tashlangan moddiy nuqta yerga qanday tezlik bilan tushadi, ya'ni uning matematik modelini tuzing? Masalaning C++ dasturlash tili va Matlab dasturidagi kompyuterli modellari tuzilsin.

N _o	H(m)
1.	10
2.	11

N _o	H(m)
1.	25
2.	26

3.	12
4.	13
5.	14
6.	15
7.	16
8.	17
9.	18
10.	19
11.	20
12.	21
13.	22
14.	23
15.	24

3.	27
4.	28
5.	29
6.	30
7.	31
8.	32
9.	33
10.	34
11.	35
12.	36
13.	37
14.	38
15.	39

2. H bo'lgan tsilindrik idish suvga to'ldirilgan. Agar bu idish tubidan diametri R bo'lgan ventilli truba o'rnatilgan bo'lsa, bu ventil ochilgach idish qancha vaqtdan so'ng bo'shaydi? Bu yerda suv ideal suyuqlik deb hisoblansin. Masalaning C++ dasturlash tili va Matlab dasturidagi kompyuterli modellari tuzilsin.

№	H(m)	R(mm)
16.	7	12
17.	8	14
18.	9	16
19.	6	19
20.	5	18
21.	4	17
22.	12	13
23.	23	12
24.	24	10
25.	14	20
26.	17	21
27.	18	23
28.	5	24
29.	12	25
30.	16	26

№	H(m)	R(mm)
16.	21	20
17.	23	21
18.	24	23
19.	26	25
20.	28	12
21.	21	13
22.	25	14
23.	9	15
24.	6	16
25.	4	18
26.	8	19
27.	9	17
28.	31	18
29.	20	23
30.	15	20

Nazorat savollari

1. Kompyuterli modellashtirish bosqichlari tushuntirib bering?

2. Qo'yilgan real masalani yechish uchun mutaxassisdan qanday bilim va malaka talab etiladi?

Kompyuterli modelashtirish imkoniyatlari haqida nimalarni bilasiz?