O’ZBEKISTON RESPUBLIKASI XALK TA’LIM VAZIRLIGI

A.QODIRIY NOMLI JIZZAX DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

FIZIKA-MATEMATIKA FAKULTETI 401-guruh talabasi

“Matematik modellashtirish” mavzusida

Mustaqil ishi

Bajaruvchi: **Yaxshilikova D**
Ilmiy raxbar: **Ernazarova N.**

REJA:

1. **MODEL VA MODELLASHTIRISH HAQIDA TUSHUNCHA**
2. **MATEMATIK MODELLASHTIRISH**
3. **MATEMATIK MODELINI TUZISH USULI**

MODEL VA MODELLASHTIRISH HAQIDA TUSHUNCHA

Model (lat. modulus-ulchov, me’yor) biror obyekt yoki obyektlar sistemasining obrazi yoki namunasidir. Masalan, Yerning modeli globus, osmon va undagi yulduzlar modeli planetariy ekrani; odam suratini shu surat egasining modeli deyish mumkin.

Qadimdan insoniyatni yaxshi sharoitda turmush kechirish, tabiiy ofatlarni oldindan aniklash muammolari kiziktirib kelgan. Shuning uchun insoniya dunyoning turli hodisalarini urganib kelishi tabiiy xoldir.

Aniq fanlar mutaxassislari u yoki bu jarayonning fakat ularni kiziktirish xossalarinigina urganadilar. Masalan geologlar Yerning rivojlanish tarixini, ya’ni qachon, qayerda va qanday hayvonlar yashagan, usimliklar usgan, iqlim qanday uzgarganligini urganadilar. Bu ularga foydali qazilmalar tuplangan joylarni aniklashga imkon beradi. Lekin ular yerda kishilik jamiyatining rivojlanish tarixini o’rganmaydilar-bu bilan tarixchilar shugullanadilar. Shu yerning uzida biz sayyoramizdagi dune biz sayyoramiz tarixiy rivojlanishning tarkibiy tafsifiga ega bulamiz. Umuman, mayyoramizdagi dunyoning barcha tadqiqotlari bizga tula bulmagan va juda anik bulmagan ma’lumot beradi. Lekin bu koinotga uchish, atom yadrosi sirini bilish, jamiyat rivojlanish konunlarini egallash va boshqalarga xalakit etmaydi. Tuzilish model o’rganilayotgan hodisa va jarayonni iloji boricha tula aks ettirishi zarur.

Modelning takribiylik xarakteri turli ko'rinishda namayon bo'lishi mumkin. Masalan, tajriba o'tkazish maboynida foydalaniladigan asboblarning aniqligi olinayotgan natijaning aniqligiga ta'sir etadi. Samalyotlarning ob-havo sharoitini hisobga olmay tuzilgan yozgi davri uchish jadvali aeroflot ishining takribiy modelini ifodalaydi. Va xakazo.

Modellashtirish bilan obyektlari (fizik hodisa va jarayonlar)ni ularning modellari yordamida tadqiq qilish, mavjud narsa va hodisalarning modellarni yasash va o'rganishdan iboratdir.

Modellashtirish uslubidan xozirgi zamon fanidan keng foydalanilmoqda. U ilmiy-tadqiqot jarayonini osonlashtiradi, ba'zi hollarda esa murakkab obyektlarini o'rganishning yagona vositasiga aylanadi. Modellashtirish, ayniqsa mavhum obyektlarni, olis-olislarda joylashgan obyektlarni, juda kichik hajmli obyektlarni o'rganishda ahamiyati kattadir. Modellashtirish uslubidan fizik, astronomik, biologik, iqtisod uchun xam foydalaniladi.

Umuman, modellarni ularni tanlash vositalariga qarab, ushbu guruhlarga ajratish mumkin: obstrakt, fizik va biologik guruhlar (1 rasm). Endi modellari bilan qisqacha tanishaylik.

1. Abstrakt modellar qatoriga matematik, matematik-mantiqiy modellar kiradi.

2. Fizik model. Tekshirilayotgan jarayonning tabiati va geometrik tuzilishi asl nusxadagidek, ammo undan miqdor (o'lchami, tezligi, hajmi)

jihatidan farq qiladigan modellardir. Masalan, samolyot, kema, avtomobil, poyezd, GES va boshqalarning modellari. Fizik modellar qatoriga kichiklashtirilgan maketlar, turli asbob va qurilmalar, trenajyorlar kirishi mumkin. Jumladan, O'zbekiston milliy bog'idagi bo'la oladi.

Model		
Abstrakt	Fizik	Biologik
Matematik	Iqtisodiy matematik	
Sonli	Tuzilish va obyektlari vazifalarining chuqurligiga qarab	Kichiklashtirilgan maketlar
Mantiqiy	Rasmiylashtirishning to'laligicha qarab	Turli asbob va qurilmalarda ishlaydigan modellar
Grafik	Obyektlarning bog'lanishining rasmiylashtirish darajasiga qarab	Trenajyorlar
Elektron	Obyekt tuzilishining shakllari darajasiga qarab	

3. Matematik modellar tirik sistemalarning tuzilishi, o'zaro aloqalari va funksiyasi qonuniyatlarining matematik-mantiqiy, matematik tavsifidan iborat bo'lib, tajriba ma'lumotlariga ko'ra yoki mantiqiy asosda tuziladi,

so’ngra ular tajriba yo’li bilan tekshirib ko’riladi. Biologik hodisalarning matematik modellarini kompyuterlarda hisoblash ko’pincha tekshirilayotgan biologik jarayonning o’zgirish xususiyati avvaldan bilish imkonini beradi. Shuni ta’kidlash o’rinliki, tajriba yo’li bilan bunday jarayonni o’tkazish ba’zan juda qiyin bo’ladi. Matematik va matematik-mantiqiy modellar yaratilishi takomillashtirilishi va undan foydalanish matematik hamda nazariy biologiyaning rivojlanishiga qulay sharoit yaratadi.

4. Biologik model turli tirik obyektlar va ularning qismlari-molekula, suv-hujayra organ-sistema organizm va shu kabilarga xos biologik tuzilish, funksiya va jarayonlarni molellashtirishda qo’llaniladi. Biologiyada asosan uch xil modeldan foydalaniladi, ular biologik, fizik va matematik modellardir.

Biologik model odam va hayvonlarda uchraydigan ma’lum holat yoki kasallikni laboratoriya hayvonlarida sinab ko’rish imkonini beradi. Bundan shu holat yoki kasallikni kelib chiqish mexanizmi, kechishi natijasida va hokazolar tajribada o’rganiladi. Biologik modelda har bir usullar genetik apparatga ta’sir qilish, mikroblar yuqtirish, ba’zi organlarni olib tashlash yoki ular faoliyati mahsuli bo’lgan garmonlarni kiritish va boshqa usullar qo’llaniladi. Bunday modellardan genetika, fiziologiya, farmokologiyada foydalaniladi.

5. Fizik-kimyoviy modellar biologik tuzilish, funksiya yoki jarayonlarni fizik yoki kimyoviy vositalar bilan qaytadan hosil qilishdir. Dastlab, hujayra tuzilishi va ba’zi vazifalarning fizik-kimyoviy modelini yasashga urinib ko’rilgan. Nemis zoology O.Byuchli 1892 yili zaytun moyini suvda eriydigan turli moddalar bilan aralashtirdi va bu aralashmani bir tomchi suv bilan omuxta qilib, tashqi ko’rinishidan protok plazmaga o’xshash mikroskopik ko’piklar hosil qiladi. Keyinchalik elektrotexnika va elektronik tamoyillari asosida birmuncha murakkab modellar nerv hujayralari, uning o’simtalaridagi bioelektr potensiallarini ko’rsatuvchi model, shuningdek shartli refleks hosil bo’lishida markaziy tormozlanish jarayonini modellashtiruvchi elektron-mexanik mashinalar yaratilgan. Bunday modellar odatda toshbaqa, sichqon, it shaklida bo’ladi.

6. Iqtisodiy modellar taxminan XVIII asrdan ko’llana boshladi. F.Keninning «Iqtisodiy jadvallar»ida birinchi marta, butun ijtimoiy takror ishlab chiqarish jarayonining shakllanishini ko’rsatishga harakat qilingan.

Iqtisodiy sistemalarning turli yo’nalishlarini o’rganish uchun har xil modellardan foydalaniladi.

Matematik modellashtirish-matematik modellashtirish aniq fanlarga turli amaliy masalalarni yechishda muvaffaqiyat bilan qo’llanib kelinmoqda. Matematik modellashtirish usuli masalani tasvirlaydigan u yoki bu kattaliklarni miqdor jihatdan ifodalash, so’ngra esa ularning bogliqligini o’rganish imkoniyatini beradi.

Bu usul asosida matematik model tushunchasi yotadi.

Matematik model deb, o’rganilayotgan obyektning matematik formula yoki algoritm ko’rinishida ifodalangan xarakteristikalari orasidagi funksional bog’lanishga aytiladi.

Masalan, ideal gazning matematik modeli gazning bosimi R, egallangan hajm va temperatura orasidagi funksional bog’lanishi ifodalaydigan formula (Klapeyron formulasi)dan iborat.

Matematik modellashtirishda o’rganilayotgan fizik jarayonlarining matematik ifodalari modellanadi. Matematik model olamning ma’lum hodisalari sinfining matematik belgilari bilan ifodalangan tarkibiy ifodasidir. Matematik model olamni bilish, shuningdek oldindan aytib berish va boshqarishning kuchli usulidir.

Matematik modelni tahlil qilish o’rganilayotgan hodisaning ichida kirish imkonini beradi. Hodisalarning matematik model yordamida o’rganish to’rt bosqichni amalga oshiriladi.

Birinchi bosqich modelning asosiy obyektlarini boglovchi qonunlarini ifodalashdan iborat.

Ikkinchi bosqich matematik modeldagi matematik masalalarn tekshirishdan iborat.

Uchunchi bosqichda qabul qilingan modelning amaliy mezonlarini qanoatlantirishi aniqlanadi, boshqacha aytganda, kuzatishlar natijasi modelning nazariy natijalari bilan kuzatish aniqligi chegarasida mos kelishi masalasi aniqlandi.

To'rtinchi bosqichda o'rganilayotgan hodisalar haqidagi ma'lumotlarning yig'ilishi munosabati bilan modelning navbatdagi tahlili amalga oshiriladi, takomillashtiriladi va aniqlashtiriladi.

Shunday qilib, modellashtirish usulining asosiy mazmunini obyektni dastlabki o'rganish asosida modelni tajriba yuli bilan yoki nazariy tahlil qilish, natijalari haqidagi ma'lumotlar bilan taqqoslash, modelni tuzatish (takomillashtirish) tashkil etadi va hokazo.

MATEMATIK MODELLASHTIRISH TO'G'RISIDA TUSHUNCHA.

Hayotda insoniyat xotirasiga bog'liq bo'lmagan holda uchraydigan usullar muvaffaqiyatli va hatto, o'z-o'zini kuzatish va tajribalar mavjud bo'lib, o'z faoliyatida har xil sohalarga mos muammolari yaxshi yechimini topishga harakat qiladi.

Bunday yechimlarni aniqlash muammosi ko'p qirrali bo'lib, ularni har xil usullar bilan hal qilish kerakdir.

Kutilayotgan obyektlarni chuqur va har tomonlama o'rganish maqsadida tabiatda hamda jamiyatda ro'y byeradigan jarayonlarning modellari yaratiladi. Jarayon modelini tuzish modellashtirish dyeb ataladi. Modyellashtirish myetodlarini ishlab chiqish byevosita kibyernyetika fanining rivojlanishi bilan bog'liq hisoblanadi. Masalalarni yechimini topishda mashinalar, inson, murakkab holatlarda inson mashina tizimi qo'l kyelib, bu esa o'z navbatida aniq yechimni topishga yo'naltiradi. Hozirgi vaqtda amaliyot sohasida matematik modellardan foydalanib natija olinmoqda.

Jamiyatda uchraydigan jarayon va obyektlari miqdoriy, bog'lanishlarning matematik ifodasi matematik model dyeb ataladi. Modyelning hayotiyligi uning modellashtiriladigan obyektga qanchalik mos kyelishiga bog'liq. Bitta modelda obyektning hamma tomonini aks ettirish qiyin bo'lganligidan unda obyektning eng xaraktyerli va muhim belgilarigina aks ettiriladi. Binobarin, modelning to’g’riligi to’plangan ma’lumotlar hajmiga, ularning aniqlik darajasiga, tadqiqotchining malakasiga va modellashtirish jarayonida aniqlanadigan masalaning ko’lamiga bog’liq. Ma’lumki, tadbiq aniq va ijtimoiy fanlar takomillashuvida xizmat qilib kyelmoqda.

Matematika boshlang’ich tushunchalari, faqatgina ijtimoiy jarayonlarda emas, balki, mojaroli holatlar, o’zaro kelishmovchiliklar, kelishuv, ijtimoiy fikrlarni aniqlashda ham muhim ahamiyatga egadir.

Matematik modellarni ishlab chiqish va tahlil qilib, matematik usullarga tadbiq qilinmoqda.

Jarayonlarni tahlil qilish sohasi XVIII-XIX asrlarda paydo bo’lib, ishni tashkil qilish va ishlab chiqarishda qo’llanila boshlanib, sanoat korxonalaridagi ko’pgina aniq masalalarni yechimini topishda A.Smit, Charlz Bebbirt, F.Tyeylor, G.Gentlar ijobiy natijalarga erishganlar. 1840 yilda Buyuk Britaniyada Bebbirt usuli yordamida pochtadan yuboriladigan ma’lumotlarni qayta ishlab, uni ajratib, tyezgina iste’molchiga yuborish yo’llari yaratilgan. XX asr boshlarida antogonik mojarolarni matematik modellashtirish artilleriyalar uchun F.Lanchester usulidan, investisiyani boshqarish nazariyasi bo’yicha F.Xarris usuli, maishiy xizmat sohasida A.Erling usullaridan foydalanilgan.

Ikkinchi jahon urushi davrida Angliya harbiylari tomonidan Shimoliy Atlantikani shturm qilishda S.Blyejyet usulini qo’llagan bo’lib, bu mashhur

«Blacked's Circus» opyerasiyasi dyeb nomlanib, unda matematik, fizik, biolog, geodyez, astrologik hamda harbiylar ishtirok qilganlar.

Keyinchalik matematik modellashtirish sohasida o'yinlar nazariyasi bilan D.Nyeyman chiziqli dasturlash sohasida D.Dansik, L.V.Kantorovichlar katta sohagi ilmiy izlanishlarni amalga oshirganlar.

Shuni ham ta'kidlab, o'tish kerakki, soddalashtirilgan matematik model qo'yilgan talablarga yaxshi javob bera olmaydi, o'ta murakkab model esa masalani yechish jarayonida ancha muammolar yaratadi.

MATEMATIK MODELLASHTIRISH USULLARI VA YECHISH BOSQICHLARI.

Matematik modellardan foydalanish usullari to'rt qismga bo'linadi:

1. Gidravlik modellar. Bunday modellashtirish asosan suyuqlik kuchi bilan ishlaydigan apparat (idishlar) orqali hisoblanadi. Modyellashtirishning bunday usuli suyuqliklarni o'lchashda qo'llaniladi.

2. Elyektr tasvirlash modellari. Fizika sohasida qo'llanilib, elektr tarmog'i xarakteristikasi tarzida tasvirlanadi.

3. Qurilishlarda bajariladigan ishlarning bajarilish muddatini aniqlashga yo'naltirilgan matematik modellar dyeb ataladi.

4. Xalq xo'jaligining turli tarmoqlaridagi bajarilayotgan ishlar tengsizlik va tenglamalar sistemasiga mos matematik model olib kelinib, ular iqtisodiy-matematik modellar deb yuritiladi.

Matematik modellar o'z navbatida quyidagilardan iborat bo'ladi:

1. Statistik tahlil.
2. Imitasion modellashtirish.
3. Tarmoqli dasturlash.
4. Chiziqli dasturlash.
5. Ketma-ketlik nazariyasi.
6. Chiziqli bo'lmagan dasturlash.
7. Dinamik dasturlash.

8. O’yinlar nazariyasi.

Matematik modellashtirishning nazariy asoslari besh bosqichga bo’linib, amalga oshiriladi.

Birinchi bosqichda – jarayon sifat jihatdan tahlil qilinib, masala maqsadi o’rganilib, unga mos axborotlar to’planadi. Jarayonning mohiyatini nazariy asosda o’rganib, uning zarur ko’rsatkichlari aniqlanib, bu modellashtirish negizini tashkil etadi.

Ikkinchi bosqich – jarayonning optimallik mezoni hisoblanib, unda hamma ishlar bir xil o’lchov birligiga kyeltiriladi, hamda mezon matematik funksiya ko’rinishida ifodalanib, argumyentning ma’lum qiymatlarida yagona yechimga ega bo’ladi.

Uchinchi bosqichda – matematik model matematik ifodalar ko’rinishida (tenglama va tengsizliklar sistemasi) tasvirlanib, ular chiziqli, kvadrat, chiziqli bo’lmagan, gipyerbolik va boshqa matematik ifodalarda yozilishi mumkin.

To’rtinchi bosqichda – shakllantirilgan modelning miqdoriy yechimini aniqlaydigan usul tanlanadi. Matematik ifoda yordamida model bilan ifodalangan masalani yechishda matematik modellashtirish myetodlari qo’llaniladi (Iqtisodiy masalalarni yechishda simpleks), ehtimollarda (O’yinlar nazariyasi). Masalaning maqbul yechimini aniqlashda matematik dasturlash yoki boshqa usullardan foydalanish mumkin bo’ladi.

Matematik modellashtirishning **beshinchi bosqichida** masalaning yagona (maqbul) yechimi miqdor va sifat jihatdan tahlil qilinib, ular o’rtasidagi nisbiy holat olinadi.

Masalalarni zamonaviy axborot texnologiyalari yordamida yechish yaxshi natijalarni byeradi, buning uchun:

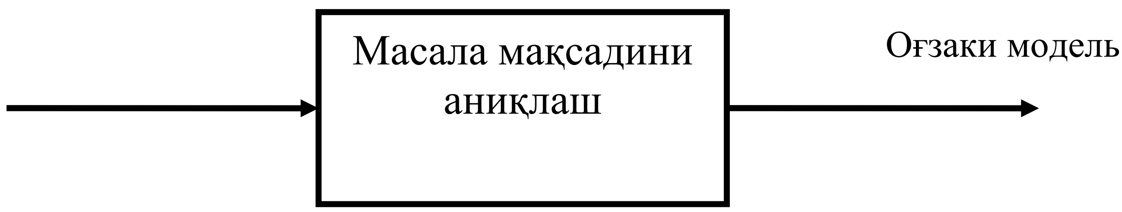
1) matematik modelni yechish uchun maxsus dastur ishlab chiqiladi;

2) asosan zamonaviy axborot texnologiyalarida murakkab masalalar yechiladi.

Amaliy tajribalar shuni ko’rsatadiki, masalalarning yechimini aniqlashda quyidagi bosqichlardan foydalanishni taklif etamiz.

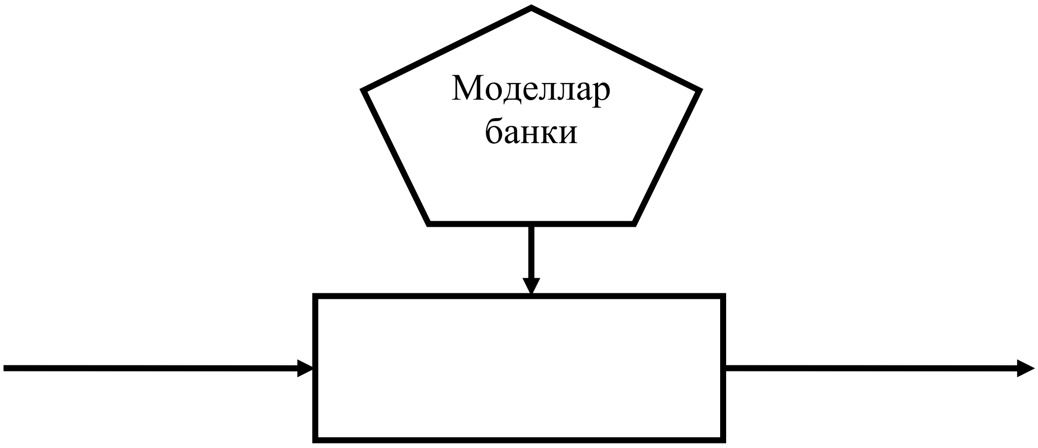
1-bosqich – masala maqsadini aniqlash (1-rasm);

Bu bosqichda masala maqsadini aniq va to’g’riligini ko’rsatgan holda vaqt, tushuncha, yozuvlar orqali aniqlashga harakat qilinadi.



Rasm -1.

2-bosqich – masalani yechish uchun matematik model tanlash; Bunday holda masala aniq ko’rsatilsa, unda tayyor model tanlanadi, agarda aniq model mavjud bo’lmasa, u holda ushbu masalani yechishga mos model ishlab chiqiladi.



Rasm-2

Modellar har xil bo’lishi mumkin fizik, anologik, matematiklar bo’lib, matematik modellar 3 guruhga bo’linadi, determinlovchi (aniqlovchi), staxostik va o’yinlar.

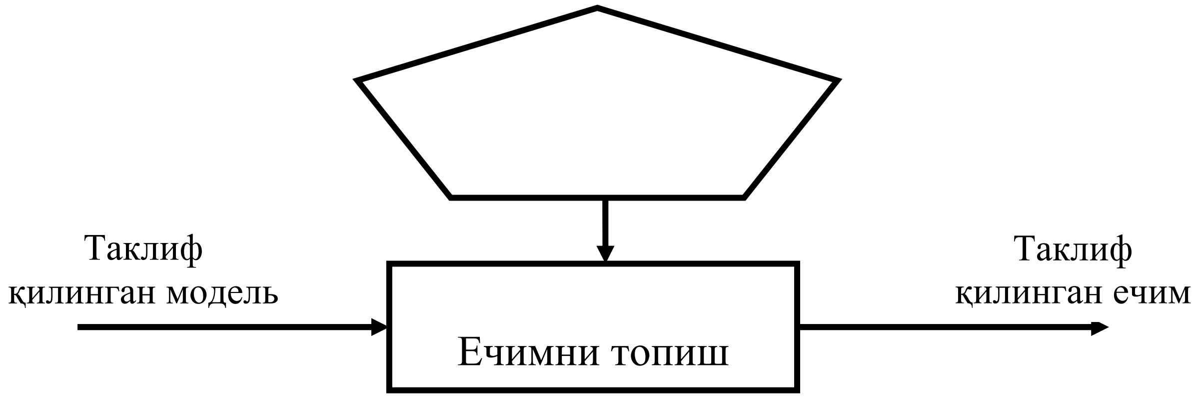
Determinlovchi (aniqlovchi) modellar asosiy ko’rsatkichlarga bog’liq holda aniqlaydi. Masalan: optimallashtirish masalalarida ayrim miqdorlar bo’yicha (harajatni kamaytirish yoki daromadni yuksaltirish).

Staxostik modellar aniq bo’lmagan yoki ehtimolli holatlarda ishlatilgan.

O’z foydasi uchun nazariy o’yin modellaridan foydalaniladi.

3-bosqich yechimni aniqlashda kerakli boshlang’ich axborotlar izlanadi va tayyorlanib, aniq o’zgaruvchilar tanlanadi va og’zaki model asosida moslashadi.

4-bosqich – yechimni tyestlashtirish – bunda yechimni tyestlashtirib, tyestdan yaqinroq yechim o'rganilayotgan mos kyelish o'rganiladi.

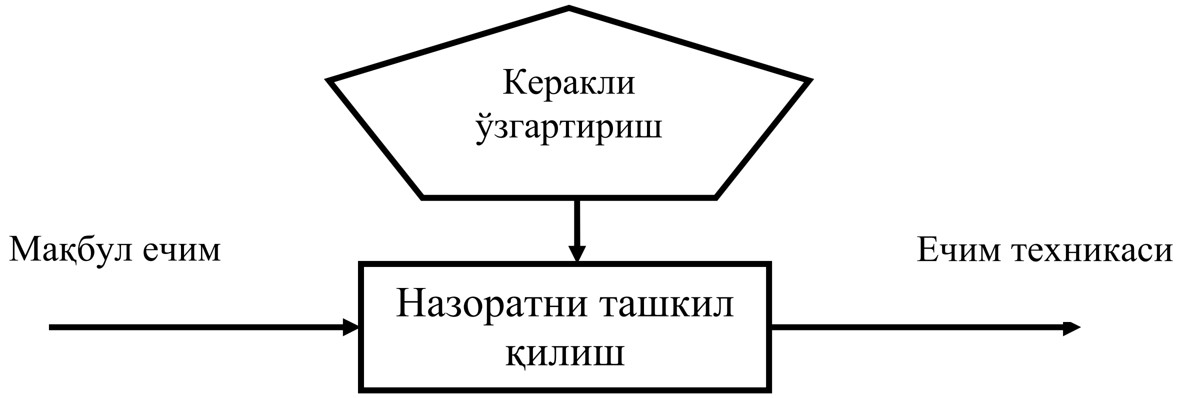


Rasm-3

Rasm-4

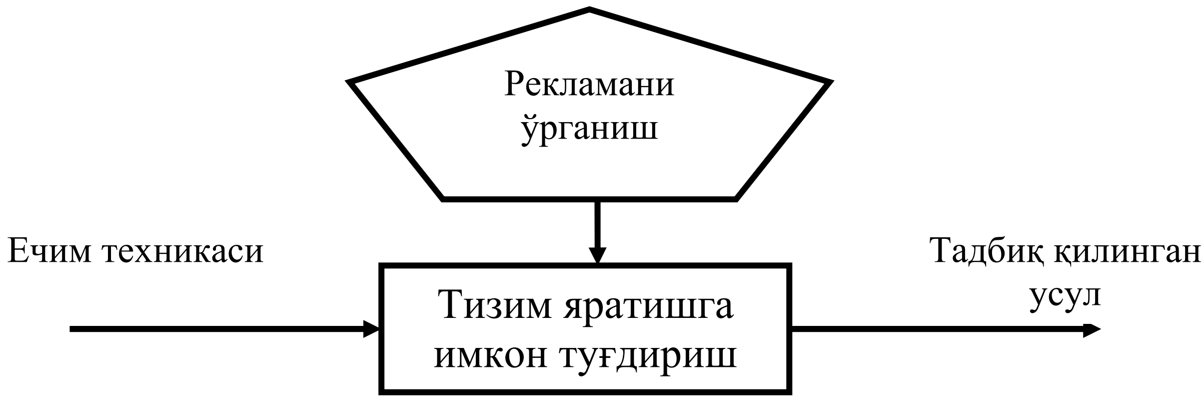
5-bosqich – nazoratni tashkil qilish.

Agar aniqlangan yechim mos bo’lsa, uni nazoratini yo’lga qo’yishda to’g’ri modeldan foydalanish kerak, asosiy masaladagi bunday nazariy, chegaralarini tartibini saqlashga mos modellardan foydalanishi boshlang’ich axborotlar aniqligi va olinadigan yechimga bog’liq hisoblanadi.



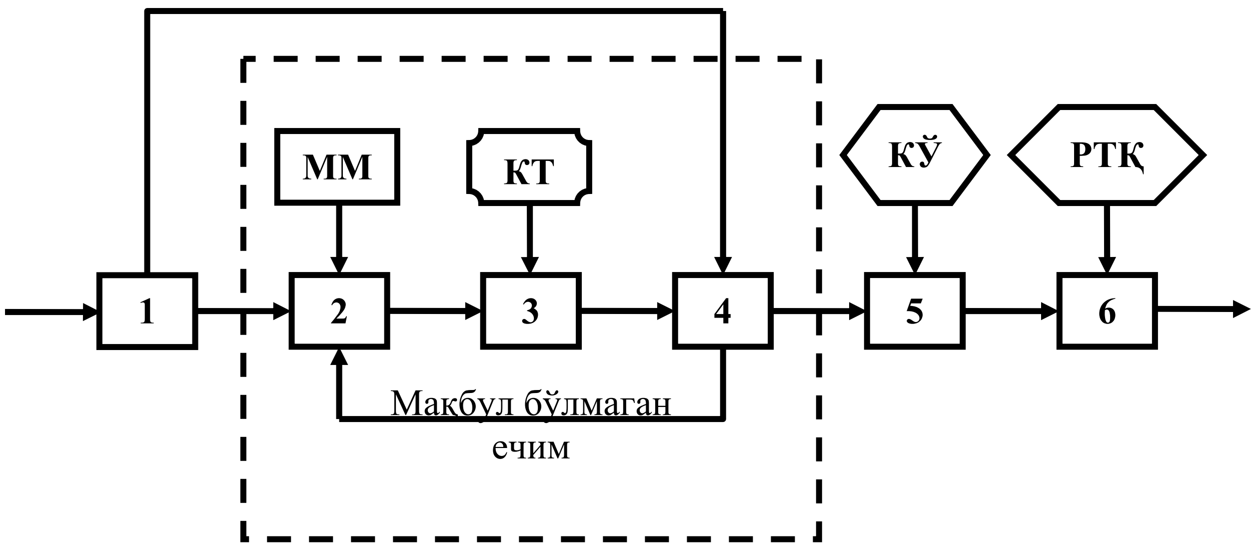
Rasm-5

6-bosqich – eng muhim va murakkab bo’lib – bunda inson asosiy rol o’ynagan holda, yechimni tadbiqi bilan ish yuritadi.



Rasm-6

Quyidagi sxemadagi nuqtali chiziqlar yechimni aniqlash jarayonlari qismlarini ifodalab, bu masalani yechishning matematik xususiyatlarini belgilashda asosiy rol o’ynaydi.



Rasm-7

Bunda MM – modellar majmuasi;

KT – ko'rsatkichlarni tayyorlash;

KO' – ko'rsatkichlarni o'zgartirish;

RTQ – reklamani tashkil qilish.

Stoxostik modellashtirish

Stoxostik (ehtimolli) modellar ayrim hollarda ko'plab tadbiq qilinib, u yoki bu faktorlar uchun xarakterli hisoblanadi. Bunday holatlar inson faoliyatining hamma sohalarida qo'llaniladi.

Masalan: Bir necha yildan keyingi ob-havo ma'lumoti, biror mahsulotga bo'lgan talablar, mamlakatdagi siyosiy holat va boshqalar. Shu sababli mantiqiy mulohazalarga asoslangan axborotlar bilan ishlashga to'g'ri keladi.

Ehtimol tushunchasidagi har xil fikrlar tasodifiy holat tushunchasi stoxostik metod va modellar yordamida o'rganiladi. Tasodifiy holat tushunish asosida ayrim kuzatishlar natijasiga asoslanadi. Kuzatishlar orqali natijaga erishishda kuzatuvchining xizmati muhim hisoblanib, kelajakdagi tasodifiy holatni soddagina holat deb ataymiz.

Misollar: 1. Sinov – tangani tanlash, kuzatilayotgan holat – gerb yoki son tomonning tushishi

2. 12 yanvar kunining kelishi – sinov

Kun davomida havoning ochiq kelishi – holat

3. Talabani YaN topshirishi sinov – uni 86,0 ball olishi holat hisoblanadi.

Har qanday holat son bilan ifodalanib, u [0,1] kesmada joylashib, bu berilgan holatning ehtimoli deb ataladi va ingliz tilidagi p harfi bilan belgilanib, biror holatda ehtimol 0 ga, aniq ishonchli holatda 1 ga teng bo'ladi.

Misol: O'yindagi kubikni o'ynash holatida 1 va 6 ga bo'lgan sonlarni tushish holati mavjud bo'lib, ular {1;2;3;4;5;6 } to'plamni tashkil etadi va har bir sonning paydo bo'lish ehtimol p=$\frac{1}{6}$ ga tengdir. Har bir to'plamda qism to'plam mavjud bo'lib, A={1;2;3;4;5;6 } to'plam bo'lsa, A_1={juft ochkalarni ifodalovchi} to'plam hisoblansa, A_2={3;4;5;6 } ikkidan ortiq ochkalarni ifodalovchi qism to'plam bo'ladi.

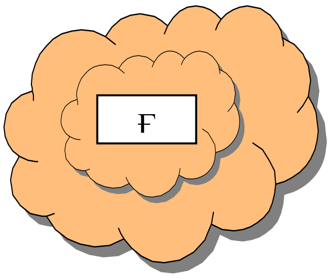
Sinfiy ehtimol – bu n – ham mavjud bo'lgan o'zgarishlar, m – A holatdagi mavjud o'zgarishlar soni bo'lsa A ehtimol p (A)=$\frac{m}{n}$ formula bilan aniqlanib, bu sinfiy ehtimol deyiladi.

Bunda

$$(1) \qquad \left.\begin{array}{l} P(A_1) = \frac{1}{2} \\ P(A_2) = \frac{2}{3} \end{array}\right\} \quad \mathrm{P}(A) = \frac{1}{2} + \frac{2}{3} = 3$$

Geometrik ehtimol: – agar tekislikda F figura ichida f joylashga figura bo'lib, bir nuqta olib, ushbu figuralarga otish kerak, agar ushbu (.) A holatda f ga tushsa, u holda A holat ehtimoli.

$\rho(A) = \frac{S_f}{S_F}$ (2) formula bilan aniqlanadi, bu yerda S_f va S_F lar figuralarning yuzalaridir.



O’z navbatida geometrik ehtimollarni aniqlashda faqatgina figuralar yuzasi emas, balki ularning uzunligi hajmi ham hisobga olinadi.

Misol: To’fon tufayli telefon simlarining 20 va 60 km lari ishdan chiqqan. Qanday ehtimolda 30 va 35 km larda telefon simlari ishdan chiqishi mumkin.

Yechish: Bu yerda $\ell_F = 60 - 20 = 40$

$$\ell_f = 35 - 30 = 5 \qquad P(A) = \frac{5}{40} = \frac{1}{8}$$

Statistik ehtimol. Agarda A holat bir nechta kuzatuvlar natijasida paydo bo’lmasin, uni yana qaytadan n marta takrorlagandan A holat paydo bo’lib, bu son m ga teng bo’lsa; m/n munosabat, kuzatishlar asosida A holatning nisbiy paydo bo’lish chastotasi deyiladi. Agarda n ning ko’plab qiymatlarida nisbiy chastotalarni guruhlasak ular o’zgarmas bo’lib, uni A holatning statistik ehtimoli deb ataymiz

$P(A) \approx \frac{m}{n}$ (3) bo’lib, bu n ning katta qiymatlarida amalga oshiriladi.

Misol: Agar tangani n ta holatda tashlab va m gerb holatda tushishini kuzatsak n ning katta qiymatida $\frac{m}{n} \Rightarrow 0{,}5$ ga yaqin bo’ladi.

Noaniqlik ehtimoli: Ko’pgina aniq holatlarda biror holat ehtimolini aniqlash murakkab bo’lib, bundagi birinchi reja u yoki bu holatni muhimligini belgilash kerak bo’ladi. Shunday holatlarda ekspertlar so’rovi asosidagi natija suyangan holatni ehtimol noaniq ehtimol deyiladi.

Misol: Muz ustida harakat qiluvchi sportchilarni kuzatar ekanmiz ular 2 xil holda baholanadi, birinchisi artistlik mahorati bo’lsa, ikkinchisi texnik mahorati bo’lib, bunda 5 tadan ekspertlar (ya’ni sudyalar) tomonidan baholanib, ularning o’rtacha bahosi uning haqiqiy harakati bahosi hisoblanadi.

Artistlik mahorati	5.9	5.7	5.4	5.3	5.4		
Texnik mahorati	9.1	9.6	8.5	8.4	8.3		

$$P(C) = \frac{5.5}{9.9} \approx 0.62$$

Korrelyasiya va regressiya

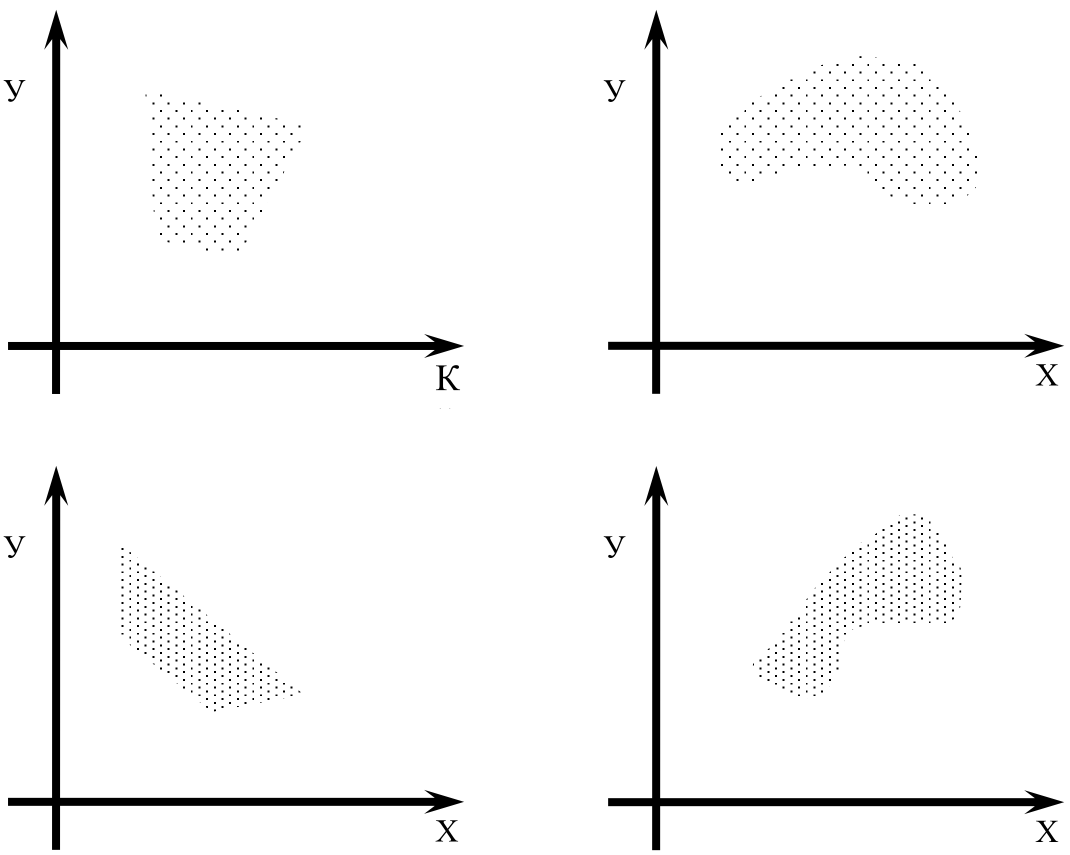
Matematik statistikaning asosiy metodlaridan biri kuzatilayotgan o’zgaruvchilar o’rtasidagi bog’lanish hisoblanadi. Bunda tanlov taxlili asosida bu o’zgaruvchilarning qiymatlari olinib tahlil qilinadi.

Korrelyasiya – biz kuzatishni tahlilini bitta emas balki ikkita tasodifiy miqdorlarni $(X\,\hat{a}\grave{a}\;Y)$ olib qaraymiz. Masalan: vrach kuzatuvida og’irlik va bo’yi, aniq kunlarda ikki shaxardagi havo temperaturasini o’rtacha o’zgarishi, ishchining holatida, uning ish samaradorligi va ish staji.

Dastlabki axborotlar sonlar (nuqtalar) juftligini tashkil qilib, ular

$$(X_1, Y_1); (X_2, Y_2)\ldots.. (X_n, Y_n) \quad (1)$$

bilan ifodalanib, bu yerda n – kuzatishlar soni X va Y miqdorlarni tahlilida, ularga mos kuzatishlar olib boriladi. Agarda X va Y miqdorlar o’zaro bog’liq bo’lmasa, yoki ayrim hollarda bog’liq hisoblansa



1 – 4 rasmlarda har xildagi grafik (yoki diogrammalar) (1) formulada (1) lar orqali ifodalangan. Rasm 1 da X va Y miqdorlar o'zaro bog'liq emas, 2-4 bog'liq holda ko'rinadi. 3-4 lar chiziqli holatga o'xshab qandaydir to'g'ri chiziqlarni tashkil qiladi. Sodda usullarda tasodifiy miqdorlarning o'zaro bog'liqlik darajasini hisoblashga aytiladi. Korrelyasiya koeffisenti r_{xy} bilan aniqlanadi. Agar qandaydir tasodifiy miqdor to'g'risida gap borganda, r_{xy} o'rniga faqatgina r deb yozish kerak.

Korrelyasiya koeffesenti quyidagi xossa ega

$$-1 \le r \le 1$$

Agar $r \Rightarrow 0$ intilsa, bunday holatda o'zaro bog'liq past bo'ladi.

Agarda 1 yoki 1 ga intilsa unda kuchli korrelyasiya hisoblanib, X va Y lar chiziqli holatga yaqin bo'ladi. Agar $r \succ 1$yoki $r = \prec 1$ bo'lsa, (1) (.) lar to'plami bir to'g'ri chiziqda joylashadi. r_{xy} ni hisoblash formulasini topamiz.

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \qquad (2)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i$$

$$\begin{aligned} S_x^2 &= \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right) - \bar{x}^2 \\ S_y^2 &= \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i^2\right) - \bar{y}^2 \end{aligned} \qquad (3)$$

$$S_{xy} = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right) - \overline{xy} \qquad (4)$$

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \qquad (5)$$

Misol: Yopiq o'yingoh boshqaruvchilari uchun mavjud muammoni qaraydigan bo'lsak, har bir o'yingohdagi tadbirni baholash talab qiladi, qancha tomoshabin kelganda, ularga qilinadigan madaniy xizmatni optimal holatini tanlash. Bunday muammolarni yechish uchun oldingi tajribalarga suyanish kerak. O'z navbatida o'yingohga keladigan tomoshabinlar soni bilan sotilgan biletlar o'zaro mos kelishi shart bo'lib, tadbirlar o'tkazishdan 1kun oldin amalga oshiriladi.

Masalan, shu yilning dastlabki 5ta o'tkazilgan tadbirni qaraymiz

Sotilgan biletlar soni (ming dona)	3,5	4,6	5,8	4,2	5,2
Tomoshabinlar soni (ming dona)	8,1	9,4	11,3	6,9	9,4

Sotilgan biletlar va tomoshabin sonini belgilovchi korrelyasiya koeffisenti qanday bo'ladi.

Yechim. Biletlar soni $X_{1,}$ tomoshabin soni Y bo'lsa jadvaldagi 5 ta tadbirni belgilovchi tasodifiy miqdorlari juftligi (X_i, Y_i) (i=1,5) sonlar bilan belgilanib, undan koorelyasiya koeffisentlarini topamiz

$$\sum_{i=1}^{5} x_i = 3.5 + 4.6 + 5.8 + 4.2 + 5.2 = 23.3$$

$$\sum_{i=1}^{5} y_i = 8.1 + 9.4 + 11.3 + 6.9 + 9.4 = 48.4$$

$$\sum_{i=1}^{5} (x_i)^2 = (3.5)^2 + (4.6)^2 + (5.8)^2 + (4.2)^2 + (5.2)^2 = 111.73$$

$$\sum_{i=1}^{5} (y_i)^2 = (8.1)^2 + (9.4)^2 + (11.3)^2 + (6.9)^2 + (9.4)^2 = 423.36$$

$$\sum_{i=1}^{5} x_i y_i = 3.5*8.1 + 4.6*9.4 + 5.8*11.3 + 4.2*6.9 + 5.2*9.4 = 216.55$$

$$\bar{x} = \frac{23.3}{5} = 4.66 \qquad S_x^2 = \frac{111.73}{5} - (4.66)^2 = 0.6304$$

$$\bar{y} = \frac{45.4}{5} = 9.08 \qquad S_y^2 = \frac{423.36}{5} - (9.08)^2 = 2.2256$$

$$S_{xy} = \frac{216.55}{5} - 4.66*9.08 = 0.9972$$

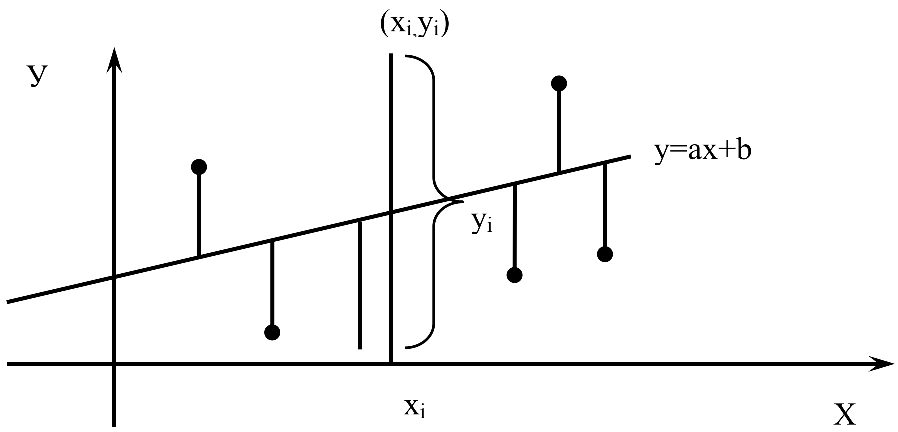
0.

$$Z_{xy} = \frac{0.9972}{\sqrt{0.6304}\sqrt{2.2256}} = 0.842$$

Demak, koeffisent koorelyasiya 1 ga yaqin bo'lib, axborotlarga ko'ra tomoshabin soni bashorati yaxshi bo'ladi.

Regressiya – X va Y tasodifiy miqdorlar o'rtasidagi bog'lanish chiziqli hisoblansin. U holda funksiyani $y = ax + b$ (6) ko'rinishda ifodalaymiz va bunday funksiyani kichik kvadratlar usuliga tadbiq etamiz, agar (X_1, Y_1); (X_2, Y_2)….. (X_n, Y_n) (.) lar to'plami berilgan bo'lib, shunday to'g'ri chiziqni topish kerakki, uning kvadratlar yig'indi

$$\sum_{i=1}^{n} \left[Y_1 - (ax_i + b)\right]^2$$ (7) eng kichik bo'lsin



y
(x_i, y_i)
y=ax+b
y_i
x_i
X

(7) ifoda. a va b o'zgaruvchilardan iborat bo'lsin. (7) eng kichik qiymat olsin, agarda a va b lar o'zaro bog'liq hisoblansin.

$$\begin{cases} a\sum_{i=1}^{n} x_i^2 + b\sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \\ a\sum_{i=1}^{n} x_i + nb = \sum_{i=1}^{n} y_i \end{cases}$$

$$a = \frac{S_{xy}}{S_x^2} \Rightarrow b = \overline{y} - a\overline{x} \qquad (8)$$

(6) – dagi hosil bo'lgan to'g'ri to'rtburchak to'g'ri regressiya deb ataladi.

Misol: Oldingi misoldagi tomoshabinlar sonini bashorat qilishni to'g'ri regressiya asosida hisoblash uchun S_{xy}, S_x^2 , va Y ning qiymatlarini (8) ga qo'yamiz, u holda

$$a = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = \frac{0.9472}{0.6304} \approx 1.58$$
$$b = 9.08 - 1.58 * 4.66 = 1.72$$

u holda to'g'ri regressiya formulasi y=1,58x+1,72 bo'lib, agar o'yingohdagi tadbirgacha bo'lgan kunda 4300 bilet sotilgan bo'lsa, kelasi holatda

y=1,58. 4,3+1,72 $\approx$ 8,514 $\approx$ 8,5 ming tomoshabin o'yingohga kelishi kutilmoqda.

Agar to'g'ri regressiya topilsa, bir nechta kuzatishlar natijalarini baholash kerak bo'ladi. (7) ifodadagi a va b larni qiymatlari aniqlangandan keyin o'rtacha kvadratik cheklanishni $\delta = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[y_i - (ax_2 + b)^2\right]}$ formula yordamida aniqlash mumkin bo'ladi.

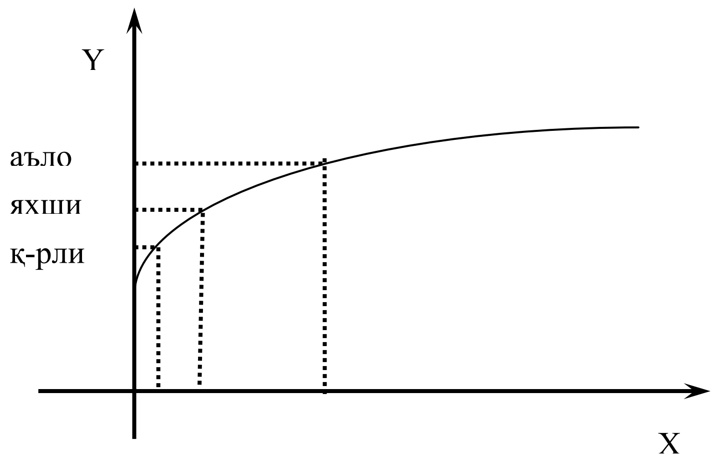
Dinamik modellar

Fizik modellar turiga birorta obyekt va tizimlarni kengaytirib yoki qisqartirib yozilishiga aytiladi.

Masalan: samalyotni modeli deganda uning 1:50 proporsiya sifatida qabul qilingan modul qaralib, unda samalyotning 50 marta kichik holdagi maketi hisobga olinadi.

Analogik modellar deb – izlanayotgan obyekt, haqiqiy obyekt sifatida qaraladi.

Misol: 1. Talabalarni YaN topshirishlariga mos holdagi holatni kuzatsak, unda sarflangan narsa bilan natija o'zaro bog'liq bo'lib, bu analogik model hisoblanadi. Ya'ni., talaba YaN ga tayyorgarligi uchun sarflagan vaqti, uni YaN ni topshirishdagi natijasida ifodalanadi.



Misol: Agar 1 ombordan 3 ta shaharga mahsulot yuborish kerak bo'lib, bunda transport harajatlari kam bo'lishi e'tiborga olingan. Agar yuborilgan fanerlarga qoqiladigan narsalar shaharlarni o’zida tayyorlansa u holda omborni optimal masofaga joylashtirish kerak bo’ladi.

Matematik modellar

Matematik modellar biror obyekt xarakteri va xossasiga bog’liq holda matematik ifoda va metodlar orqali yozilishiga aytiladi. Agarda ayrim hollarda formula tilida ifodalashda, murakkab qoidalarga duch kelinadi. Har qanday matematik modelni yaratishda formulalar ishtirok etib, ular bosqichlarga bo’linadi. Vaqt o’tishi bilan ko’rsatkichlar o’zgarib boradi.

Aholining o’sish dinamikasini hisoblash modeli

Ayrim hollarda matematik modellar yaratish oson amalga oshiriladi. Masalan: XVIII asr o’rtalarida Markaziy Yevropada cherkovlar mavjud bo’lib, ularga uning atrofidagi qishloq aholisi qatnaganlar. Cherkov muftisi fikriga ko’ra sig’inuvchilar soni oshib borgan bo’lib, uning fikricha sig’inuvchilarning soni oshishi keyinchalik cherkovga yana qo’shimcha xona qilish yoki yangisini qurish kerakligini anglatib, qaysidir kelajakda cherkov qurish kerakligini aytadi.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz, n – yil oxirida cherkovga keluvchilar sonini X_n bilan belgilasak, keyingi (n+1) yilda ular soni X_{k+1} bo’lib, u holda ular o’rtasidagi farq $\Delta X_n = X_{n+1} - X_n$ (1) bilan ifodalanadi.

Bunda ikkita xolatni – aholi yo’nalishi va aholining o’limi e’tiborga olinadi. Shu sababli cherkov muftisi bu holatni quyidagicha ifodalaydi

$b_1 \ldots b_n$ – aholining tug’ilishi

$d_1 \ldots d_n$ – aholining o’limi

$x_1 ... x_n$ – cherkovga qatnashganlar soni bo’lsa, ular o’rtasida munosabat quyidagicha bo’ladi.

$$\frac{b_1}{x_1};\ \frac{b_2}{x_2} \ldots\ \frac{b_n}{x_n}$$

$$\frac{d_1}{x_1};\ \frac{d_2}{x_2} \ldots\ \frac{d_n}{x_n}$$

O’z navbatida α va β o’zgarmaslarni kiritsak, n – yildagi tug’ilishlar soni

$$\alpha x_n$$

n - yildagi o’limlar soni

βx_n bilan ifodalanib, ular o’rtasidagi munosabat

$\alpha x_n - \beta x_n$ bo’lib

natijada

$$\Delta X_n = \alpha x_n - \beta x_n$$
$$x_{n+1} = x_n + \alpha x_n - \beta x_n = x_n(1 + \alpha - \beta)$$
$$\gamma = 1 + \alpha - \beta$$
$$x_{n+1} = \gamma x_n$$

(model yaratildi)

Agar $\gamma > 1\ (\delta = \alpha - \beta > 0$ - tug’ilish ko’p)

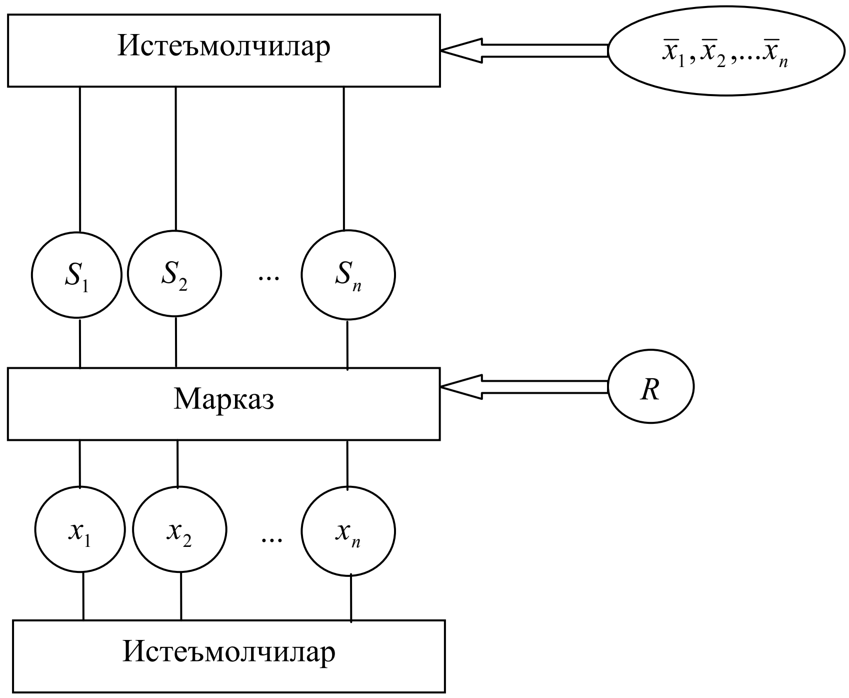
$\gamma = 1\ (\delta = \alpha - \beta = 0$ teng)

$\gamma < 1\ (\delta = \alpha - \beta < 0$ o’lim ko’p hisoblandi

Tashkiliy tizimlarni boshqarish

Tashkiliy tizim – bu odamlar to'plami va texnikalar hisoblanib, ular o'zaro funksional bog'liq hisoblanadi. Misollarda oila, firma, ta'lim muassasalari, shahar va mamlakatlar ishtirok etadi. Har qanday tizim elementlardan tashkil topadi. Bizga ma'lumki bunda 2 ta holat mavjuddir. Birinchi holatda tizim birorta aniq maqsadga yo'naltirilgan bo'lib, ikkinchi tomondan esa tizimda o'z foydasiga yo'naltirilib, bu o'yinlar nazariyasiga mos keladi va ikki o'lchamli modellar orqali ifodalanadi.

Masalan: n – iste'molchi bo'lib, u S_n markaz talabiga ko'ra mahsulot yetkazish kerak bo'ladi, agar iste'molchi R xom-ashyo asosida mahsulot ishlab chiqarsa, qo'shimcha axborot asosida i – iste'molchi tomonidan talab qilinadigan xom-ashyo $X_i (i = \overline{1,n})$ bilan belgilanadi.



$\sum_{i=1}^{n} S_i \leq R$ bunda talab yuqori bo'lmasdan markazdagi masalani yechishda $S_1=X_1$, $S_2=X_2$,….. $S_4=X_4$ bo'lib, har bir iste'molchi o'z talabiga nisbatan mahsulot oladi, agarda

$\sum_{i=1}^{n} S_i \succ R$ bo'lsa bunda, berilgan talab asosida amalga oshiriladi

To'g'ri tashkil qilish mexanizmi

Iste'molchining ustunligi, dastlab $S_i(i=\overline{1,n})$ talab bo'lib, markaz har bir iste'molchini talabini o'rganib chiqadi va uni $A_i(i=\overline{1,n})$ bilan ifodalaydi va shu asosda to'g'ri tashkil qilish mexanizmi ishlab chiqilib u asosida mahsulotni taqsimoti amalga oshiriladi va quyidagi qoida paydo bo'ladi.

$$X_i = \min\{S_i, \gamma, A_i S_i\} (i=\overline{1,n}) \quad (1)$$

γ - hamma iste'molchilar uchun umumiy bo'lgan ko'rsatkich bo'lib, unda

$\sum_{i=1}^{n} X_i = R$ (2) shartda hamma mahsulot omborda qolmasdan taqsimot bo'ladi. (1) formulaga $A_1=A_2=\ldots A_n=1$ bo'lsa

$$X_i = \min\{S_i, \gamma, S_i\} = \gamma S_i (i=1,n)$$

$X_i = S_i$ bo'lish mumkin emas, chunki tanqislik holati mavjud bo'lmasligi shart.

$$\sum_{i=1}^{n} \gamma S_i = R \text{ bundan}$$

$$\gamma = \frac{R}{\sum_{i=1}^{n} S_i}$$

Misol: 5 ta iste'molchi mahsulot uchun 5,8,12,7 va 8 holatda talabnoma bergan bo'lib, markazda esa taqsimlash uchun 32 miqdordagi mahsulot mavjud. Qanday qilib, to'g'ri tashkil qilish mexanizmi orqali qanday taqsimlash amalga oshiriladi.

Demak, berilganlar:

$$S_1 = 5, S_2 = 8, S_3 = 12, S_4 = 7, S_5 = 8, R = 32$$

$$\sum_{i=1}^{5} S_i = 5 + 8 + 12 + 7 + 8 = 40 \succ 32 = R$$

Demak, bu yerda markazda tanqislik bo'lib $\gamma = \frac{32}{40} = 0{,}8$ bo'sh, talabnomalarni ko'paytirsak X_1=0,85=4

X_2=0,88=6,4

X_3=0,812=9,6

X_4=0,87=5,6

X_5=0,88=6,4

32

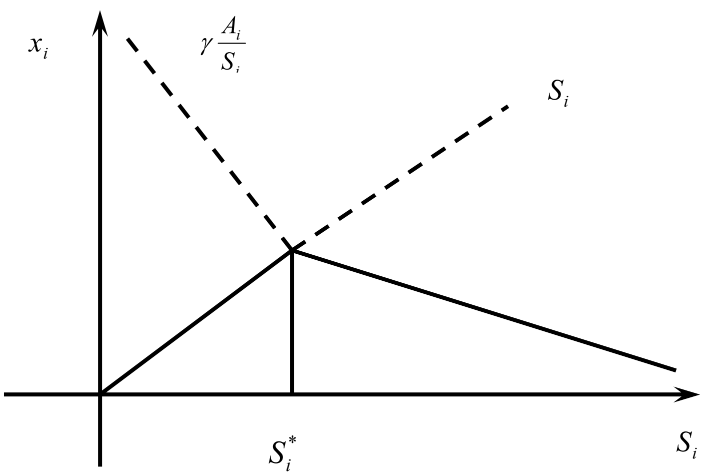
Bu yerda o'z navbatida birinchidan har bir iste'molchi talabidan kam mahsulot oladi. Ikkinchidan iste'molchi tanqislik holatini o'rgangan holda talabnoma bilan chiqishi kerak.

Teskari tashkil qilish mexanizmi

Iste'molchi mahsulotga talabnomani kam bergan holda, undan foydalanish samaradorligini oshirishga qaratadi. U holda mahsulotni taqsimoti quyidagi qoida asosida amalga oshiriladi.

$$X_i = \min\left\{S_i, \gamma \frac{A_i}{S_i}\right\} (i = 1, n) \quad (3)$$

bunda γ orqali belgilanib, quyidagi $\sum_{i=1}^{n} X_i = R$ shart amalga oshiriladi, (3) tenglikka asosan, S_i yuqori talabnomaga ko'ra kam mahsulot olish, ya'ni iste'molchi o'zi talab qilganiga nisbatan markazning X_i mahsulotini olish kerak bo'ladi



Rasm

i – iste'molchining S_i – talabnoma asosidagi mahsulotga asoslanib, X_i–dan maksimal mahsulot olishi shart. Rasmda ta x mahsulot S_i^* (·) da bo'lib, unda tenglama

$$S_i^* = \gamma \frac{A_i}{S_i^*}$$

$$S_i^{*2} = \gamma A_i \Rightarrow S_i^* = \sqrt{\gamma A_i}$$

$$S_1^* = \sqrt{\gamma A_1}, S_2^* = \sqrt{\gamma A_2}, ..., S_n^* = \sqrt{\gamma A_n}$$

$$x_1 = S_1^*, x_2 = S_2^*, ..., x_n = S_n^*$$

bundan

$$R = \sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} S_i^* = \sum_{i=1}^{n} \sqrt{\gamma A_i} = \sqrt{\gamma} \sum_{i=1}^{n} \sqrt{A_i}$$

$$\sqrt{\gamma} = \frac{R}{\sum_{i=1}^{n} \sqrt{A_i}}$$

Ochiq boshqarish mexanizmi

Bu mexanizmda mahsulot taqsimoti bir necha bosqichda amalga oshiriladi, jumladan birinchi bochqichda iste'molchilari R/n teng taqsimlansa, agar ayrimlari ko'proq bo'ladi, agar kam bo'lsa R_1/n_1 va hakazo.

Misol: 8 ta iste'molchi 12,3,6,1,5,7,10,2 kabi taqsimot qilinib, markazda R=40 miqdorda mahsulot bo'lsin, taqsimotni ochiq boshqaruv mexanizmi asosida amalga oshiring

$$R / n = 5$$

$$S_1 = 12, S_2 = 3, S_3 = 6, S_4 = 1, S_5 = 5, S_6 = 7, S_7 = 10, S_8 = 2$$

$$5 \quad 5 \quad 5 \quad 5 \quad 5 \quad 5 \quad 5 \quad 5$$

Bunda, 2,4,5 va 8 iste'molchilarni qanoatlantiradi

$x_2 = 3, \quad x_4 = 1, x_5 = 5, x_8 = 2$

$R = 40 - 3 - 1 - 5 - 2 = 29 \Rightarrow n_1 = 4$

$\frac{R_1}{n_1} = \frac{29}{4} = 7\frac{1}{4}$

$S_1 = 12, \quad x_3 = 6, \quad x_6 = 7, \quad x_7 = 10 \quad R = 29$

$7\frac{1}{4} \qquad 7\frac{1}{4} \qquad 7\frac{1}{4} \qquad 7\frac{1}{4}$

x_3=6, x_6=7 ni qanoatlantiradi

$x_3 = 6 \; x_6 = 7$

$R_2 = 29 - 6 - 7 = 16, n_2 = 2$

$\frac{R_2}{n_2} = 8$

$S_1 = 12, S_7 = 10 \quad R = 16$

$8 \qquad 8$

$Демак \; x_1 = 8$

$x_7 = 8$

$$\begin{aligned} Умуман\ олганда - x_1 &= 8 \\ x_2 &= 3 \\ x_3 &= 6 \\ x_4 &= 1 \\ x_5 &= 5 \\ x_6 &= 7 \\ x_7 &= 8 \\ x_8 &= 2 \\ \hline & 40 \end{aligned}$$

Ochiq boshqarish va ekspertlar so'rovi

n ta ekspertdan har biri [d,D]kesmadan, S sonni tanlab, ekspert baholashdan keyingi yechim x bo'lsin. Berilgan: S_i larga nisbatan x sonni aniqlash kerak bo'lib, ekspertlarning fikri oxirgi natijaga mos kelib,

$$\chi = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} S_i \text{ bilan hisoblanadi}$$

Har bir ekspertning fikri r_i bo'lsa, oxirgi baholash r_i fikrga to'g'ri kelib, $S_i \neq r_i$ bo'lish kerak

Misol: 3 ta ekspertning fikri r_1=10, r_2=10, r_3=40 , bo'lib, agar har birining fikri tasdiqlansa u holda

$$\chi = \frac{10+10+40}{3} = 20$$

Agarda 3 ekspert S_3=100 baholashni quysa u holda

$$\chi = \frac{10+10+140}{3} = 40$$

r_3 ga mos keladi

DISPERSIYALARNI TEKSHIRISH

Bu farazni tekshirish uchun Kochren alomati qo'llaniladi:

$$G_X = \frac{S^2_{U\max}\{Y\}}{\sum\limits_{U=1}^{N} S^2_U\{Y\}}.$$

So'ng 4 – ilovadan $G_Ж\left[1-\alpha; N; f\left\{S^2_U\right\} = m-1\right]$ jadval qiymati topilib, G_X bilan solishtiriladi. Agar $G_X < G_J$ shart bajarilsa dispersiyalarning bir jinsliligi haqidagi faraz to'ri deb topiladi.

O'rtacha dispersiyani aniqlash.

O'rtacha dispersiya $S^2_{(1)}\{Y\} = \frac{1}{N}\sum\limits_{U=1}^{N} S^2_U\{Y\}$ ko'rinishdagi formula bo'yicha aniqlanadi. Bu dispersiyaning ozodlik darajasi soni $f\left\{S^2_{(1)}\right\} = N(m-1)$ ga teng bo'ladi.

Regression modelning ko'rinishini aniqlash.

Regression modelning ko'rinishini aniqlash uchun eksperiment natijalari bo'yicha ma'lumotlarning bo'lingan va bo'linmagan ayirmalari hisoblanadi. Agar eksperiment o'tkazish natijasida $\left(X_1, \overline{Y}_1\right), \ldots, \left(X_U, \overline{Y}_U\right), \ldots, \left(X_N, \overline{Y}_N\right)$

juftlik qiymatlar olingan bo'lsa, birinchi tartibli bo'lingan ayirmalar quyidagicha hisoblanadi.

$$\Delta^{|}_{Б1}=\frac{\overline{Y}_2-\overline{Y}_1}{X_2-X_1},...,\Delta^{|}_{БU}=\frac{\overline{Y}_{U+1}-\overline{Y}_U}{X_{U+1}-X_U},...,\Delta^{|}_{Б(N-1)}=\frac{\overline{Y}_N-\overline{Y}_{N-1}}{X_N-X_{N-1}}.$$

Ikkinchi tartibli bo'lingan ayirmalar:

$$\Delta^{||}_{Б1}=\frac{\Delta^{|}_{Б2}-\Delta^{|}_{Б1}}{x_3-x_1},...,\Delta^{||}_{БN-2}=\frac{\Delta^{|}_{RN-1}-\Delta^{|}_{RN-2}}{x_N-x_{N-2}}.$$

Birinchi tartibli bo'linmagan ayirmalar:

$$\Delta^{|}_{БM1}=\Delta^{|}_{Б2}-\Delta^{|}_{Б1},...,\Delta^{||}_{БM(N-2)}=\Delta^{|}_{БM(N-1)}-\Delta^{|}_{БM(N-2)}.$$

Bo'linmagan ayirmalardan X faktor o'zgarmas qadam bilan o'zgarganda foydalaniladi.

Agar $\left|\Delta^{|}_{Бi}-\Delta^{|}_{Бi-1}\right|\le 2S_{(1)}\{Y\}$, ёки $\left|\Delta^{|}_{БMi}-\Delta^{|}_{БMi-1}\right|\le 2S_{(1)}\{Y\}, i=2,...,N-2$

shartlar bajarilsa matematik modelni

$Y_X=a_0+a_1X$ yoki $Y_X=d_0+d_1\,(X-\overline{X})$

Chiziqli funksiyalar ko'rinishida qidiriladi, bunda

$$\overline{X}=\frac{1}{N}\sum_{U=1}^{N}X_U$$

Agar yuqoridagi shartlar bajarilmasa

$\left|\Delta^{||}_{Бi+1}-\Delta^{||}_{Бi}\right|\le 2S_{(1)}\{Y\}$, ёки $\left|\Delta^{||}_{БMi+1}-\Delta^{||}_{БMi}\right|\le 2S_{(1)}\{Y\}, i=2,...,N-3,(*)$ shartlarning bajarilishini tekshiriladi.

Agar bu shartlar bajarilsa, model

$$Y_X=a_0+a_1X+a_2X^2$$

Ikkinchi darajali polinom ko’rinishida qidiriladi. Agar (*) shartlar bajarilmasa 3 – tartibli bo’lingan yoki bo’linmagan ayirmalar hisoblanib, yana yuqoridagi tengsizliklarning bajarilishi tekshiriladi, va ‘okazo.

Regressiya koeffisiyentini aniqlash.

Eng kichik kvadratlar usuli bo’yicha $Y_X=a_0+a_1X$ chiziqli modelning noma’lum a_0 va a_1 koeffisiyentlari quyidagi tenglamalar tizimidan aniqlanadi:

$$\begin{cases} a_0 N + a_1 \sum\limits_{U=1}^{N} X_U = \sum\limits_{U=1}^{N} \overline{Y}_U \\ a_0 \sum\limits_{U=1}^{N} X_U + a_1 \sum\limits_{U=1}^{N} X_U^2 = \sum\limits_{U=1}^{N} X_U \overline{Y}_U \end{cases}$$

Bu tizimni yechish uchun quyidagi determinantlarni hisoblaymiz:

$$\Delta = \begin{vmatrix} N & \sum\limits_{U=1}^{N} X_U \\ \sum\limits_{U=1}^{N} X_U & \sum\limits_{U=1}^{N} X_U^2 \end{vmatrix}, \Delta_{a_0} = \begin{vmatrix} \sum\limits_{U=1}^{N} \overline{Y}_U & \sum\limits_{U=1}^{N} X_U \\ \sum\limits_{U=1}^{N} X_U \overline{Y}_U & \sum\limits_{U=1}^{N} \end{vmatrix}, \Delta_{a_1} = \begin{vmatrix} N & \sum\limits_{U=1}^{N} \overline{Y}_U \\ \sum\limits_{U=1}^{N} X_U & \sum\limits_{U=1}^{N} X_U \overline{Y}_U \end{vmatrix}$$

$a_0 = \dfrac{\Delta a_0}{\Delta}, a_1 = \dfrac{\Delta_{a_1}}{\Delta}, Y_X = d_0 + d_1\left(X - \overline{X}\right)$ bo’lganda noma’lum d_0 va d_1 ga nisbatan quyidagi tenglamalar tizimini tuzamiz:

$$\begin{cases} d_0 N + d_1 \sum\limits_{U=1}^{N} \left(X_U - \overline{X}\right) = \sum\limits_{U=1}^{N} \overline{Y}_U \\ d_0 \sum\limits_{U=1}^{N} \left(X_U - \overline{X}\right) + d_1 \sum\limits_{U=1}^{N} \left(X_U - \overline{X}\right) = \sum\limits_{U=1}^{N} \left(X_U - \overline{X}\right) \overline{Y}_U, \end{cases}$$

bunda $\overline{X} = \dfrac{1}{N} \sum\limits_{U=1}^{N} X_U, \sum\limits_{U=1}^{N} \left(X_U - \overline{X}\right) = 0.$ Tizimni yechib,

$d_0 = \frac{1}{N}\sum_{U=1}^{N}\overline{Y}_U,\ d_1 = \frac{\sum_{U=1}^{N}\left(X_U - \overline{X}\right)\overline{Y}_U}{\sum_{U=1}^{N}\left(X_U - \overline{X}\right)^2}$ larni topamiz.

$Y_X = a_0 + a_1X + a_2X^2$ bo'lganda a_0, a_1, a_2 noma'lum koeffisiyentlar

$$\begin{cases} a_0N + a_1\sum_{U=1}^{N}X_U + a_2\sum_{U=1}^{N}X_U^2 = \sum_{U=1}^{N}\overline{Y}_U \\ a_0\sum_{U=1}^{N}X_U + a_1\sum_{U=1}^{N}X^2{}_U + a_2\sum_{U=1}^{N}X_U^3 = \sum_{U=1}^{N}\overline{X}_U\overline{Y}_U \\ a_0\sum_{U=1}^{N}X^2{}_U + a_1\sum_{U=1}^{N}X^3{}_U + a_2\sum_{U=1}^{N}X_U^4 = \sum_{U=1}^{N}X^2{}_U\overline{Y}_U \end{cases}$$

tizimdan topiladi.

Bunda quyidagi asosiy va yordamchi determinantlar hisoblanadi:

$$\Delta = \begin{vmatrix} N & \sum_{U=1}^{N}X_U & \sum_{U=1}^{N}X_U^2 \\ \sum_{U=1}^{N}X_U & \sum_{U=1}^{N}X_U^2 & \sum_{U=1}^{N}X_U^3 \\ \sum_{U=1}^{N}X_U^2 & \sum_{U=1}^{N}X_U^3 & \sum_{U=1}^{N}X_U^4 \end{vmatrix},\ \Delta_{a_0} = \begin{vmatrix} \sum_{U=1}^{N}\overline{Y}_U & \sum_{U=1}^{N}X_U & \sum_{U=1}^{N}X_U^2 \\ \sum_{U=1}^{N}X_U\overline{Y}_U & \sum_{U=1}^{N}X_U^2 & \sum_{U=1}^{N}X_U^3 \\ \sum_{U=1}^{N}X_U^2\overline{Y}_U & \sum_{U=1}^{N}X_U^3 & \sum_{U=1}^{N}X_U^4 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_{a_1} = \begin{vmatrix} N & \sum_{U=1}^{N}\overline{Y}_U & \sum_{U=1}^{N}X_U^2 \\ \sum_{U=1}^{N}X_U & \sum_{U=1}^{N}X_U^2\overline{Y}_U & \sum_{U=1}^{N}X_U^3 \\ \sum_{U=1}^{N}X_U^2 & \sum_{U=1}^{N}X_U^2\overline{Y}_U & \sum_{U=1}^{N}X_U^4 \end{vmatrix},\ \Delta_{a_2} = \begin{vmatrix} N & \sum_{U=1}^{N}X_U & \sum_{U=1}^{N}\overline{Y}_U \\ \sum_{U=1}^{N}X_U & \sum_{U=1}^{N}X_U^3 & \sum_{U=1}^{N}X_U\overline{Y}_U \\ \sum_{U=1}^{N}X_U^2 & \sum_{U=1}^{N}X_U^3 & \sum_{U=1}^{N}X_U^2\overline{Y}_U \end{vmatrix}$$

$$a_0 = \frac{\Delta_{a_0}}{\Delta},\ a_1 = \frac{\Delta_{a_1}}{\Delta},\ a_2 = \frac{\Delta_{a_2}}{\Delta}.$$

Agar $\sum_{U=1}^{N}X_U = 0$ shart bajarilsa, a_0, a_1, a_2 koeffisiyentlar-ni hisoblashda X ning kodlangan qiymatlaridan foydalanish mumkin. Bunda faktor asosiy sathning natural qiymati $X_0 = \frac{1}{2}(X_{\min} + X_{\max})$ bo'lib, faktorning o'zgarish intervali $I = \frac{1}{N-1}(X_{\max} - X_{\min})$ bo'ladi. Noma'lum modelning kodlangan qiymati $Y=b_0+b_1x+b_2x^2$ ko'rinishda bo'ladi, bunda

$$b_0 = \frac{1}{B}\sum_{U=1}^{N} X_U^4 \sum_{U=1}^{N} \overline{Y}_U - \frac{1}{B}\sum_{U=1}^{N} X_U^2 \sum_{U=1}^{N} X_U^2 \overline{Y}_U;$$

$$b_1 = \frac{\sum_{U=1}^{N} X_U \overline{Y}_U}{\sum_{U=1}^{N} X_U^2};$$

$$b_2 = \frac{N}{B}\sum_{U=1}^{N} X_U^4 - \left(\sum_{U=1}^{N} X_U^4\right)^2; \; X_U = \frac{1}{I}(X_U - X_0), U = 1,2,...,N.$$

a_i – koeffisiyentlar quyidagicha aniqlanadi:

$$a_0 = b_0 - \frac{b_1}{I}X_0 + \frac{b_2}{I^2}X_0^2; \; a_1 = \frac{b_1}{I} - \frac{2b_2}{I^2}X_0; \; a_2 = \frac{b_2}{I^2}.$$

REGRESSIYA KOEFFISIYENTI.
REGRESSIYA KOEFFISIYENTINI AHAMIYATLILIGINI ANIQLASH.

Regressiya koeffisiyentlarining ahamiyatliligini aniqlash uchun Stpyudent alomatidan foydalaniladi:

$$t_x\{a_i\} = \frac{|a_i|}{S\{a_i\}},\ (i = 1,2,3),$$

bunda S $\{a_i\}$ – a_i – regressiya koeffisiyentining o'rtacha kvadratik og'ishi. $Y=a_0+a_1X$ holat uchun S^2 $\{a_0\}$ va S^2 $\{a_1\}$ quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

$$S^2\{a_0\} = \frac{S^2\{Y\}}{mN};$$

$$S^2\{a_1\} = \frac{S^2\{Y\}}{m\sum_{U=1}^{N}\left(X_U - \overline{X}\right)^2};$$

$$S^2\{Y\} = \frac{(m-1)NS^2_{(1)}\{Y\} + (N-2)S^2_{(2)}\{\ \}}{mN-2};$$

$$f\{S^2\} = mN-2;\ S^2_{(2)}\{Y\} = \frac{m\sum_{U=1}^{N}\left(\overline{Y}_U - \overline{Y}_{XU}\right)^2}{N - N_K}.$$

Chiziqli hol uchun $N_K=2$, kvadratik hol uchun $N_K=3$ bo'ladi. Stpyudent alomatining t_J $[1-\alpha;\ f=mN-2]$ jadval qiymati 5 – ilovadan qaraladi. Agar $t_X > t_J$ shart bajarilsa, chiziqli modelning qaralayotgan koeffisiyenti ahamiyatli bo'ladi.

$Y=a_0+a_1x+a_2x^2$ holi uchun faktorlarning kodlangan qiymatlaridan foydalaniladi.

Quyidagilar hisoblanadi:

$$S^2(a_0) = \frac{1}{mNB}\sum_{U=1}^{N} S^2\{Y\}\sum_{U=1}^{N} X_U^4$$

$$S^2(a_1) = \frac{\sum_{U=1}^{N} S_U^2\{Y\}}{mN\sum_{U=1}^{N} X_U^2};$$

$$S^2\{a_2\} = \sum_{U=1}^{N} S_U^2\{Y\}.$$

So'ng Stpyudent alomati hisoblanadi:

$$t_x\{a_i\} = \frac{|a_i|}{S\{a_i\}}.$$

5 – ilova bo'yicha t_J [1-α; f=N(m-1)] qaraladi. Agar $t_X < t_J$ bo'lsa, u holda qaralayotgan koeffisiyent ahamiyatsiz bo'ladi.

REGRESSION MODEL GRAFIGINI QURISH

Modelning adekvatligi Fisher alomati yordamida tekshiriladi:

$$F_X = \frac{S_U^2\{Y\}}{S_{(1)}^2\{Y\}} > 1 \text{ yoki } F_X = \frac{S_{(1)}^2\{Y\}}{S_{(2)}^2\{Y\}}$$

Fisher alomatining jadval qiymati $_J[R_d=0{,}95,\ f\{S_{(1)}^2\}, f\{S_{(2)}^2\}]$ 6 – ilovadan qaraladi. Agar $t_X<t_J$ bo'lsa model adekvat deb qabul qilinadi.

1 – Misol. Pnevmomexanik usulda yig'ish mashinasida lentaning chiziqli – X va tishli diskretlovchi o'q soqoli qarshiligi – Y orasidagi bog'lanish o'rnatilsin.

1 – jadvalda X_U va Y_{UV}ning tajribalar o'tkazish natijasidagi qiymatlari keltirilgan, bunda N=5 va m=5.

1 – jadval

U	U	Y_{UV}					$\overline{Y}_U$	$S_U^2\{Y\}$	V_{XUmax}	V_{XUmin}	W_{XU}
		V									
		1	2	3	4	5					
1	2	25,2	14,8	13,0	14,6	14,0	14,32	0,732	1,03	1,545	3,74
2	4	20,8	21,6	22,8	21,4	22,0	21,72	0,555	1,60	1,36	3,94
3	6	28,9	30,0	31,2	29,2	30,8	30,00	1,040	1,29	1,29	3,77
4	8	36,8	37,8	39,0	37,4	38,2	37,84	0,688	1,54	1,38	3,98
5	10	47,2	46,6	45,0	46,8	46,0	46,32	0,732	1,13	0,85	3,74

U=1 bo'lgan hol uchun bu operasiyalar quyidagicha bajariladi:

$$\overline{Y}_1 = \frac{1}{5}\sum_{V=1}^{5} Y_{1V} = \frac{71{,}6}{5} = 14{,}32;$$

$$S_1^2\{Y\} = \frac{1}{5-1}\left[(15{,}2-14{,}32)^2 + \ldots + (14-14{,}32)^2\right] = 0{,}732;$$

$$V_{X1\max}=\frac{Y_{\max}-\overline{Y}}{S_1\{Y\}}=\frac{15,2-14,32}{0,85}\sqrt{\frac{5}{5-1}}=1,03;$$

$$V_{X1\min}=\frac{\overline{Y}_1-Y_{\min}}{S_1\{Y\}}=\frac{14,32-13}{85}\sqrt{\frac{5}{5-1}}=1,545$$

So'ngra 1 – ilova bo'yicha $V_J[R_d=0,95;m=5]=1,869$

$V_{X1max}<V_J$, $V_{Xmin}<V_J$ bo'lganligi tufayli $Y_{1Vmax}=15,2$ va $Y_{1Vmin}=13$ qiymatlar keskin farq qilmaydi deb qaraladi va ular ma'lumotlar jadvalidan chiqarib tashlanmaydi.

Undan so'ng $W_{X1}=\frac{Q_1^2}{S_1^2\{Y\}}$ ni hisoblaymiz, bunda

$$Q_1=q_5(Y_{15}-Y_{11})-q_4(Y_{14}-Y_{12}),$$
$$Y_{15}=15,2>Y_{14}=14,8>Y_{13}=14,6>Y_{12}=14>Y_{11}=13.$$

q_5 va q_4 ning qiymatlari 2 – ilovadan qaraladi.

$Q_1=0,6646(15,2-13)+0,2413(14,8-14)=1,655;$

$$W_{X1}=\frac{1,655^2}{0,732^2}=3,74.$$

3 – ilovadan $W_J[R_d=0,95;\ m=5]=0,762$ ni topamiz $W_{X1}>W_J$ bo'lgani uchun Y_{1v} qiymatlarini normal qonunga bo'ysunishi haqidagi faraz to'ri deb qabul qilinadi.

U=2, 3, 4, 5 hollar uchun birinchi va ikkinchi operasiyalar yuqoridagilarga o'xshash bajariladi.

Uchinchi operasiyada G_X ni hisoblaymiz. $G_x=\frac{S^2_{U\max}\{Y\}}{\sum_{U=1}^{S}S_U^2\{Y\}}=\frac{1,04}{3,744}=0,279.$

4 – ilovadan $G_J[R_d=0,95;\ N=5;\ f=5-1=4]=0,544$ ni topamiz. $G_x<G_j$ bo'lgani uchun dispersiyalarning bir jinsliligi haqidagi faraz qabul qilinadi.

To'rtinchi operasiyada o'rtacha dispersiyani hisoblaymiz:

$$S_{(1)} = \frac{1}{5}\sum_{U=1}^{5} S_U^2\{Y\} = \frac{3,744}{5} = 0,749.$$

O'rtacha dispersiyaning erkinlik darajasi $f\{S_{(1)}^2\} = 5(5-1) = 20$.

Beshinchi operasiyada 1 - va 2 – tartibli bo'linmagan ayirmalarni hisoblaymiz:

$$\Delta^{|}_{БМ1} = |21,72 - 14,32| = 7,4;\ \Delta^{|}_{БМ2} = |30 - 21,78| = 8,28;$$

$$\Delta^{|}_{БМ3} = |37,84 - 30| = 7,84;\ \Delta^{|}_{БМ4} = |46,32 - 37,84| = 8,48;$$

$$\Delta^{|}_{БМ1} = |8,28 - 7,4| = 0,88;\ \Delta^{||}_{БМ2} = 0,44;\ \Delta^{||}_{БМ3} = 0,64;$$

$$S_{(1)}\{Y\} = 0,86;$$

Shuning uchun modelning ko'rinishini $Y=a_0+a_1x$, yoki $Y=d_0+d_1(X-\overline{X})$ chiziqli model ko'rinishida tanlaymiz, bunda

$$\overline{X} = \frac{1}{N}\sum_{U=1}^{N} X_U = \frac{1}{5}\cdot 30 = 6$$

Oltinchi operasiyada $Y=d_0+d_1(X-6)$ hol uchun d_0 va d_1 noma'lum koeffisiyentlarni aniqlaymiz:

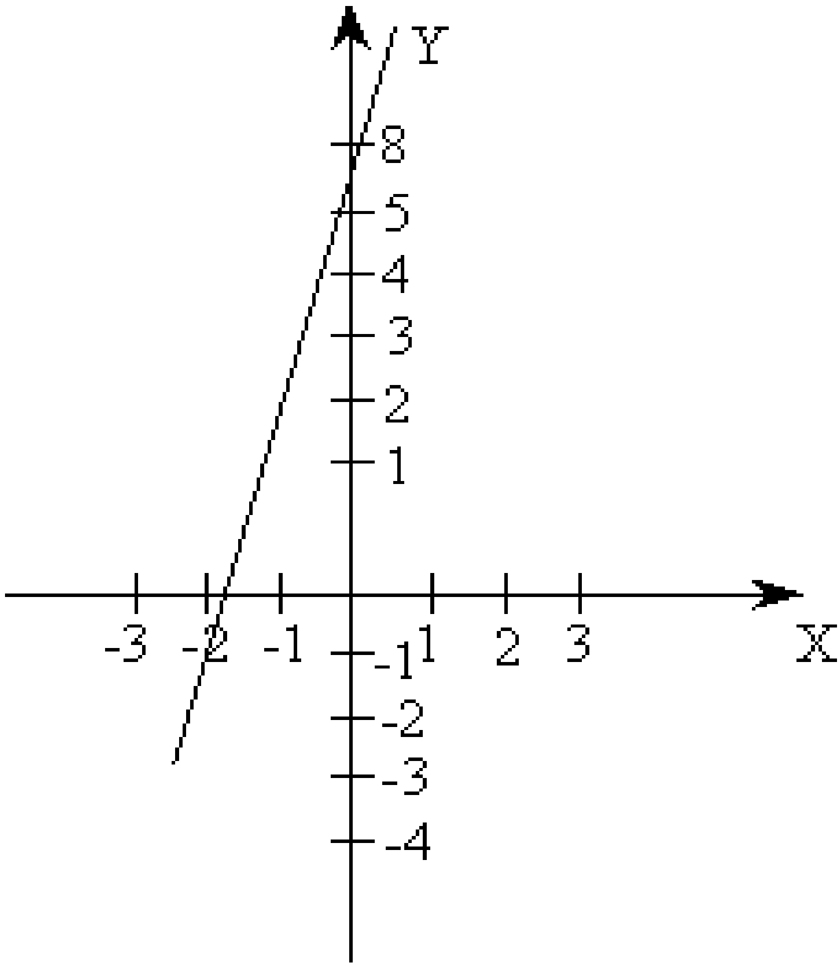
$$d_0 = \frac{1}{S}\sum_{U=1}^{5}\overline{Y}_U = \frac{1}{5}(14,32 + 21,74 + 30,00 + 37,84 + 46,32) \approx 30;$$

$$d_1 = \frac{\sum_{U=1}^{5}(X_U - 6)\overline{Y}_U}{\sum_{U=1}^{5}(X_U - 6)^2} = \frac{160,24}{40} \approx 4.$$

Demak, izlangan model quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$Y=30+4(X-6) \text{ yoki } Y=6+4X.$$

Bu funksiyaning grafigi 1 – rasmda ko’rsatilgan.



MODEL ADEKVATLIGINI ANIQLASH

Yettinchi operasiya Model koeffisiyentlarining ahamiyatliligini aniqlash uchun Stpyudent alomatini hisoblaymiz:

$$t_X\{b_i\} = \frac{|b_i|}{S\{b_i\}},$$

$$S^2\{b_i\} = \frac{1}{mN^2}\sum_{U=1}^{8} S_U^2\{Y\} = \frac{3\cdot 875}{24} = 0{,}16; S^2\{b_i\} = 0{,}4;$$

$$t_X\{b_1\} = \frac{2}{0{,}4} = 5; t_X\{b_2\} = \frac{1{,}25}{0{,}4} = 3{,}1;$$

$$t_X\{b_3\} = \frac{2}{0{,}4} = 5; t_X\{b_{12}\} = \frac{0{,}25}{0{,}4} = 0{,}62;$$

$$t_X\{b_{13}\} = \frac{0}{0{,}4} = 0; t_X\{b_{23}\} = \frac{1{,}25}{0{,}4} = 3{,}1.$$

5 - ilovadan Stpyudent alomatining jadval qiymatini topamiz: $t_J[R_D=0{,}95;\ f=8(3\text{-}1)=16]=2{,}12$. t_X va T_J larni solishtirib, b_1, b_2, b_3, b_{23} koeffisiyentlarining ahamiyatli ekanligini topamiz. Modelning oxirgi ko’rinishi $Y=15{,}5+2x_1+1{,}25x_2+2x_3-1{,}25x_2x_3$ bo’ladi.

Sakkizinchi operasiya. Modelning adekvatliligini tekshirish uchun Fisher alomatini hisoblaymiz:

$F_X = \frac{S^2_{(1)}\{Y\}}{S^2_{(2)}\{Y\}}$ yoki $F_X = \frac{S^2_{(2)}\{Y\}}{S^2_{(1)}\{Y\}}$ bunda $S^2_{(2)}\{Y\} = \frac{3\sum_{U=1}^{8}(\bar{Y}_U - Y_{XU})^2}{8-3} = 1;$

$S^2_{(2)}\{Y\}$ni hisoblash yo’li 8-jadvalda keltirilgan

8-jadval.

U	Y_{XU}	$\bar{Y}_U$	$\bar{Y}_U - Y_{XU}$	$(\bar{Y} - Y_{XU})^2$
1	9	9	0	0
2	13	13	0	0
3	14	14	0	0
4	18	18	0	0
5	15,5	15	-0,5	0,25
6	19,5	20	0,5	0,25
7	15,5	16	0,5	0,25
8	19,5	19	-0,5	0,25
			$S^2_{(2)}\{Y\} = 1{,}00$	

Shunday qilib,

$$F_X = \frac{S^2_{(1)}\{Y\}}{S^2_{(2)}\{Y\}} = 3{,}875.$$

6 – Ilovadan

$F_Ж[P_Д = 0{,}95; f\{S^2_{(1)}\} = 16; f\{S^2_{(2)}\} = 3] = 8{,}69$ ni topamiz. $F_X<F_J$ bo'lgani uchun qurilgan modellap **adekvat** deb qabul qilinadi.

1 -ilova

Smirnov – Trabs alomatining jadval qiymatlari.

тажрибалар	$P_Д$		
m	0,99	0,95	0,90
3	1,414	1,412	1,406
4	1,723	1,689	1,791
5	1,955	1,869	1,894
6	2,130	1,996	1,974
7	2,265	2,093	2,041
8	2,374	2,172	2,097
9	2,464	2,237	2,146
10	2,540	2,294	2,190
11	2,606	2,343	2,229
12	2,663	2,387	2,264
13	2,714	2,426	2,297
14	2,759	2,461	2,326
15	2,800	2,493	2,354
16	2,837	2,523	2,380
17	2,871	2,551	2,404
18	2,903	2,577	2,426
19	2,932	2,600	2,447
20	2,959	2,623	2,267
21	2,984	2,644	2,486
22	3,008	3,664	3,504
23	3,030	3,683	3,502
24	3,051	3,701	3,537
25	3,071	3,717	3,537

2 - ilova

m= 3, 4, ..., 18 dollar uchun tajriba natijalarning normal qonunga buysunishini tekshirishda q_{m-i+i} ning qiymatlari.

i	m							
	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,7071	0,6872	0,6646	0,6431	0,6233	0,6052	0,5888	0,5739
2	-	0,1677	0,2413	0,2806	0,3031	0,3164	0,3244	0,3291
3	-	-	-	0,0875	0,1401	0,1743	0,1976	0,2141
4	-	-	-	-	-	0,0561	0,0947	0,1224
5	-	-	-	-	-	-	-	0,0399

i	m							
	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0,6501	0,5475	0,5359	0,5251	0,5150	0,5056	0,4968	0,4886
2	0,3315	0,3325	0,33250	0,3318	0,3306	0,3290	0,3273	0,3253
3	0,2260	0,2347	,2412	0,2460	0,24950	0,25210	0,2540	0,2553
4	0,1429	0,1586	0,1707	0,1802	,1878	,1939	0,1988	0,2027
5	0,0695	0,0922	0,1099	0,1240	0,1353	0,1447	0,1524	0,15870
6	-	0,0303	0,0539	0,0727	0,0880	0,1005	0,1109	,11970,
7	-	-	-	0,0240	0,0433	0,0593	0,0725	0837
8	-	-	-	-	-	0,0196	0,0359	0,0496
9	-	-	-	-	-	-	-	0,0163
10	-	-	-	-	-	-	-	-

CHIZIQLI DASTURLASH MASALASINI STANDART SHAKLDAGI MATEMATIK MODELI.

Chiziqli

$$Z=\sum_{j=1}^{n} S_j X_j \quad (a^1)$$

funksiyani minimumga (yoki maksimumga) erishtiruvchi

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i \quad i=\overline{1,m}; \qquad (b^1)$$

cheklanish va

$$x_j \ge 0 \quad j=\overline{1,n} \qquad (s^1)$$

manfiy emaslik shartlarini kanoatlantiruvchi uzgaruvchilarni kiymatlari topilsin.

Chiziqli dasturlash masalasining kanonik shakldagi matematik modeli.

Chiziqli

$$Z=\sum_{j=1}^{n} S_j X_j \qquad (a)$$

maqsad funksiyasini minimumga (yoki maksimumga) erishtiruvchi

$$\sum_{i=1}^{m} a_{ij}\, x_j = b_i \quad j=\overline{1,n} \qquad (b)$$

cheklanish va

$$x_j \geq 0 \quad j = \overline{1, n} \qquad (s)$$

manfiy emaslik shartlarini kanoatlantiruvchi $x_1, x_2 \ldots x_m$ uzgaruvchilarni kiymatlari tuplami topilsin.

Eslatma. Agar transport masalasi uchun (*) shart bajarilsa uni yopik, aks xolda ochik, shakldagi modelni xamma vakt yopik shaklga keltirish mumkin, buning uchun kushimcha (fiktiv) ishlab chikarish yoki iste'mol maskani kiritiladi.

Adabiyotlar:

1. S.P.Ikin, L.N.Nikolskiy, A.S.Dyachkov Vыchyeslityelnaya matyematika. M., «Prosvyeshyeniye, 1980

2. A.A.Abdukodirov «Xisoblash matematikasi va dasturlashdan laboratoriya ishlari» Toshkent, «Ukituvchi» 1993

3. G.N.Vorabyova, A.N.Danilova «Praktikum po chislyennыmi myetodami» Moskva. Vыchshaya shkola. 1979

4. S.N.Baxalov. Chislyennыye myetodы. M.,Nauka. 1973

5. B.P.Dyemidovich, I.N.Maarov, Osnovы vыchyeslityelnoy matyematiki. M., Nauka 1970

6. V.M.Zavarыkin, V.G.Jitomirskiy., M.N.Lapchik. Chislyennыye myetodы M., Prosvyeщyeniye. 1991

7. M.I.Isroilov «Xisoblash metodlari» Toshkent 1989

8. A.A.Abdukodirov. Xisoblash matematikasi dasturlash Toshkent. Ukituvchi 1996

9. A.A.Abdukodirov «Informatika va hisoblash texnikasi asoslari» Toshkent. «Ukituvchi» 1997