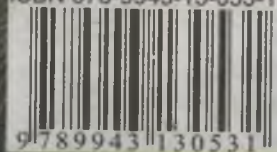


ISBN 978-9943-13-053-1



9 789943 130531

SH. R. MO'MINOV

# IQTISODIY-MATEMATIK MODELLAR VA USULAR



"IQTISOD-MOLIYA"





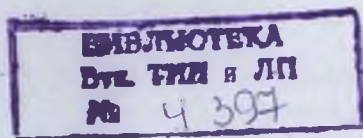
65.23  
JU-99

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI

SH.R.MO'MINOV

# IQTISODIY-MATEMATIK MODELLAR VA USULLAR

Oliy o'quv yurtlarining talabalari foydalanishi uchun o'quv  
qo'llanma



Toshkent  
"IQTISOD-MOLIYA"  
2007



**Taqrizchilar:** professor, t.f.d. **Z.SH. Jumayev**, Buxoro Davlat Universiteti  
Amaliy matematika va informatika kafedrası mudiri;  
dot.i.f.n. **A.A.Abdullaev**.

### **M99 Mo'minov SH.R.**

Iqtisodiy-matematik modellar va usullar: Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'l./SH.R.Mo'minov. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. — T.: «IQTISOD-MOLIYA», 2007. 384 b.

Nozik va o'ta murakkab bo'lgan «Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» fani matematika fanining bozor iqtisodiyoti sharoitida amaliyotda qo'llash zarur, kerakli bo'lgan fanlardan biri hisoblanib, unda firma, korxonalarning iqtisodiy-matematik modelini tuzish, ularni optimallashtirish usullarini o'rganish, istiqbolini belgilash, yechimlarini tahlil etish, ishlab chiqarishni rejalashtirish, korxonalarni joylashtirish, dastgohlarni yuklash hamda boshqarish, qarorlar qabul qilish, optimallashtirish masalalarining yechimlarini aniqlashga bag'ishlangan.

O'quv qo'llanma xususan, bozor iqtisodiyotining zamonaviy nazariyasining modellarini va firma korxonalarning iqtisodiy-matematik modellarini tuzish, yangi informatsion texnologiyalarni qo'llash va yechimlarni tahlil etishga bag'ishlangan.

O'quv qo'llanma Oliy o'quv yurtlarning barcha iqtisod, menejment, marketing, muallim menejment yo'nalishi talabalari hamda o'qituvchilariga, barcha bozor iqtisodiyotini modellashtirishning zamonaviy nazariyasini o'rganuvchilarga mo'ljallangan.

BBK 65.23я73



Biznes - bu o'yin, dunyoda buyuk o'yin -  
agar siz uni qanday o'ynash kerakligini bilsangiz

*Tomas Dj. Uotson.*

### **So'z boshi**

Milliy iqtisodiyotimizni shakllantirish jarayoni O'zbekistonimiz mustaqillikka erishgandan so'ng boshlandi hamda sog'lom aql-idrok, jahon xo'jalik tajribasi, umuminsoniy qadriyatlarning ustuvorligiga muvofiq o'zgarib bormoqda. Iqtisodiy o'zgarishlar qanchalik mantiqli va barqaror davom etsa, hayot- faoliyatimizning boshqa sohalarini ijtimoiy jihatdan shunchalik og'riqsiz qayta qurishimiz mumkin. Mehnatning, moliyaviy, moddiy va axborot resurslarining erkin harakatlanishini ko'zda tutuvchi bozorgina har xil mahsulot ishlab chiqaruvchida istemolchilarning ehtiyojlari hamda talablarini qondirish mayl- istagini uyg'otadi. Jamiyat zarur bo'lmagan yoki samarasiz mehnatni o'z hududidan chiqarib tashlaydi.

Iqtisodiy kategoriyalarni kompleks ravishda o'rganish va tatbiq qilish «Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» fani metodologiyasi va uslubiyati mazmunini tashkil etadi.

O'zbekiston Respublikasining Ta'lim to'g'risidagi Qonunida (1997 y, avgust) ta'lim Davlat ijtimoiy tariqqiyotida ustivor deb belgilab qo'yilgan.

Oliy ta'limning asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lgan "Iqtisodiy matematik modellar va usullar" fanini o'qitishning vazifasi, talaba yoshlarning eng asosiy konstitutsiyaviy huquqlaridan biri bo'lgan, har bir talabaning aqliy - amaliy imkoniyatlarini ro'yobga chiqarish, ijodiy qobiliyatlarini namoyon etish, intellektual jihatdan rivojini ta'minlash, o'zi xohlagan kasbni mukammal egallab, shu sohada faoliyat ko'rsatish uchun moddiy - ma'naviy, tarbiyaviy - didaktik shart - sharoitlar yaratishdan iboratdir. Bu umumiy vazifadan ta'limning har bir bo'g'ini, turi va bosqichlarining o'ziga xos vazifalari kelib chiqadi.

Talabalarni, iste'dodli yoshlarni tanlash va tayyorlashda zamonaviy axborot texnologiyalarni qo'llashda "Iqtisodiy matematik modellar va usullar" fanining roli va ahamiyati naqadar katta ekanligini anglagan holda, talabalar va bo'lajak mutaxassislarni shu yo'nalishda olgan bilimlarini o'z sohalarida qo'llashlari, zamonaviy boshqarish masalalarini o'rganib, korxona masalalarini tahlil etishlarini nazarga olgan holda, ulardan sabr - toqat va shijoat bilan jahonga taniqli bo'ladigan kadrlarni tarbiyalashga chorlaydi.



Bu fan mehnat, kasb faoliyatida ilmiy – tadqiqot metodlaridan foydalana bilishni, yaxshi ma’naviy - insoniy munosabatlar o’rnata olishni, fikr, tafakkur, shuur, intuitsiya, evristik, gipotetik fikrlashni keng qo’llash, ko’nikma va malakalariga ega bo’lishni ta’minlaydi.

“Iqtisodiy matematik modellar va usullar” fani yordamida moddiy, mehnat va pul resurslaridan oqilona foydalaniladi, iqtisodiy va tabiiy fanlarni rivojlantirishda yetakchi vosita bo’lib xizmat qiladi, tuzilgan prognozlarga ayrim tuzatishlarni kiritish mumkin, faqat chuqur tahlil qila qolmasdan, yangi o’rganilmagan qonuniyatlarni ham ochish mumkin, hisoblash ishlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish, yangi axborot texnologiyalarini qo’llash aqliy mehnatni yengillashtiradi va iqtisodiy xodimlarning mehnatini ilmiy asosda tashkil etadi va boshqarishda katta ahamiyatga ega.

«Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» fanining asosiy obyektlari: model, modellar turlari, matematik modellar, iqtisodiy-matematik modellar, yopiq va ochiq modellar, bazis va optimal chiziqli hamda chiziqsiz modellar yechimi, optimallashtirish.

«Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» fanini o’qitishdan asosiy maqsad, milliy iqtisodiyot va uning tarmoqlari kabi murakkab iqtisodiy tizimlarni modellashtirish asoslari bilan tanishish, aniq iqtisodiy obyektlar misolida modellashtirishning qo’yilishi, ularning iqtisodiy mazmuni, ularni yechish va olingan natijalarni iqtisodiy talqin qilish kabi bosqichlarni o’rgatishdan iborat.

Dasturni tuzish, milliy iqtisodiyotning hozirgi tizimiga asoslangan va bu tizimga taalluqli bo’lgan modellar uni to’liq ifodalaydi, degan tushunchadan kelib chiqib amalga oshirilgan.

“Amaliy matematika” fanining yutuqlaridan foydalangan holda, hozirgi paytda iqtisodiy fan va amaliyot murakkab iqtisodiy, xo’jalik va nazariy masalalarni hal qilmoqda.

Iqtisodiy - matematik usullar — bu iqtisodiy va matematik ilmiy fanlar kompleksining nomi. Bu fanlar butun iqtisodni har tomonlama matematika yordamida tahlil uchun ishlatiladi. Bu kompleksning bitta tahlili bor — ya’ni iqtisod. Boshqa iqtisodiy fanlarga qaraganda, bu kompleks iqtisodni har xil matematik modellar bo’yicha tahlil qiladi.

Zamonaviy bozor iqtisodiyoti sharoitida yangicha munosabat, yangi atamalardan foydalanishga to’g’ri keladi.

Erkin bozor munosabatlarining keng ravnaq topishi insonlar hayotida, turmush tarzida, ma’naviy va amaliy ko’nikmalarida namoyon bo’lyapti.



Biznesning dastlabki vujudga kelish sharoitida, uni sistemali tarzda o'rganish, izlanish obyekti hamda amaliy faoliyat yo'nalishi sifatida tartibga solish zarur bo'ladi. Biznes inson imkoniyatini amalda sinash maydoni, raqobat qilish sohasi, iqtisodiy erkinlik belgisi, rivojlanish usuli sifatida ham keng talqin etiladi hamda oriyentir va strategiya tushunchalarini yuzaga keltiradi.

Oriyentir - bu maqsad tubi bo'lib, firma unga erishish uchun harakat qiladi.

Oriyentir - qaror qabul qilishning yuqori darajasidir. Oriyentir tanlashda bir qator strategiyalar va ularning o'zgarishi nazarda tutiladi.

Strategiya — oriyentir va maqsadga erishish vositasidir. Strategiya va oriyentirlar o'zaro bir-birini to'ldiruvchi hisoblanadi va ular boshqarishning turli bo'g'inlarida va muddatlarida yuzaga kelishi mumkin.

Masalan, samaradorlik o'lchovi bo'lishi — bozordagi ulush ko'rsatgichi, firma uchun oriyentir, boshqa firma uchun esa tanlagan strategiya bo'lishi mumkin. «Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» fani Marketing faniga ham keng qo'llanib kelinmoqda. Marketing fani predmeti tovar va xizmatlar ishlab chiqaruvchi (sotuvchi) ning iste'molchi (xaridor) talablarini qondirish hamda o'z mahsulotini sotish uchun yangi imkoniyatlarni qo'lga kiritish jarayonidagi harakatlarni tashkil etish mantiqiy shakllari, uslublarini ifodalovchi nazariy va amaliy tamoyillar majmuidan iborat.

Fanning asosiy obyektlari bozor, iste'molchi, tovar, xizmat, baho, tovar harakati, reklama, sotish va uni rag'batlantirish hisoblanadi.

Bozor - o'ziga hosil qilinadigan ijtimoiy-iqtisodiy munosabatlar jarayoni bo'lib, unda tovarlar va xizmatlar ayirboshlanadi va ishlab chiqaruvchilar bilan iste'molchilar manfaatleri to'qnashadi va bir-biri bilan kelishadi. O'zining iqtisodiy mohiyatiga ko'ra bozor tovar muomalasi (ayirboshlash) formasi bo'lib, u orqali tovar qiymati sotish va shu bilan birga unga sarflangan mehnat xarajatlarining jamiyatda tan olinishini taminlaydi.

Iqtisodiyotni boshqaruvchi mutaxassislar bozor iqtisodiyoti sharoitida ishbilarmon va tadbirkor bo'lmog'i, kelajakni hisobga olgan holda, iqtisodiy samara beradigan xulosa qabul qilmog'i zarur. Buning uchun universitetlar va boshqa Oliy o'quv yurtlarida o'qitish uslubini tubdan yaxshilash, bo'lajak mutaxassislarda iqtisodiy - matematik modellar va zamonaviy kompyuterlardan foydalanish tajribasini shakllantirish zarur, chunki juda ko'p ma'lumotlar ustida amallar bajarishga to'g'ri keladi.

Ayniqsa, ishlab chiqarish korxonalarida rahbar xodimlar, shu jumladan, iqtisodchi mutaxassislarni tayyorlashda ahamiyatni kuchaytirish vaqt taqozolaridan biri bo'lmoqda.

Matematik usullar inson faoliyatining turli sohalarida, ayniqsa milliy korxonalarda va uning tarmoqlarida, rejalashtirish va boshqarishning samaradorligini oshirishda keng qo'llanilmoqda.

Ishlab chiqarishning biror sohasi bo'yicha tegishli qaror qabul qilish uchun avval obyektning qonuniyati har tomonlama tahlil etiladi, jarayonning matematik modeli tuziladi, ya'ni masalaning hamma shartlarini matematik belgilar, tenglama va tengsizliklar orqali ifodalash tushuniladi.

Masalani yechishda esa maqsadni ifodalovchi funksiyaning tabiati aniqlanadi, ta'sir etuvchi o'zgaruvchi miqdorlar aniqlanib, ular orasidagi o'zaro munosabat, ta'sirlar, asosiy qonuniyatlar aniqlanadi va nihoyat natijalar tahlil qilinib ko'rilayotgan aniq obyektga nisbatan tegishli reja qabul qilinadi.

"Iqtisodiy matematik modellar va usullar" fanining samaradorligini oshirishda, milliy iqtisodiyotda keng qo'llashda "Amallar tadqiqoti" fanining roli, ayniqsa, beqiyos.

«Amallarning tadqiqoti» («Исследование операций») fani har xil turdagi masalalarning qaror qabul qilish, matematik usullar yordamida ularni asoslash va tahlil etish, bu qaror qabul qilish g'oyalarining nazariyasiga asoslangan. Bu ikkinchi jahon urushi davrida yuzaga kelgan fan bo'lib, uning bo'limlari bir-biridan farqli bo'lgan matematik modellar bilan ifodalangan hamda, optimal qaror qabul qilishni izlashiga asoslangan.

«Amallarning tadqiqoti» fanining asosiy bo'limlaridan biri bu «o'yin nazariyasi» hisoblanadi. Bunda bozor munosabatlarini konflikt holatlarida qaror qabul qilish uchun matematik modellar quriladi, unda ikkita qarama – qarshi tomonlar kurashib, bittasi yutib ikkinchisi yutqazadi. Qaror qabul qilish nazariyasida yana tavakkalchilik, noaniq holatlarda ham har xil modellar tuziladi, ularda optimal yechimlarning har xil mezonlari tanlanadi.

O'yin nazariyasining asoschisi amerikalik olim Djon Fon Neyman o'z g'oyasini poker o'yinini kuzatish natijasida yaratgan, shunday qilib "o'yin nazariyasi" tushunchasi yuzaga kelgan. Bu nazariya 1940 yilda Dj.Fon Neyman va Morgonshternlarning foydalanishlaridan keyin keng tarqaldi va tan olindi. O'yin nazariyasi hozirgi vaqtda iqtisod sohasida, ishlab chiqarishda, biznesda va harbiy sohada, biologiya va sotsiologiyada, psixologiya va politalogiyada qo'llanilmoqda.

Shuni ta'kidlash kerakki, o'yin nazariyasi «Iqtisodiy – matematik modellar va usullar» fanining asosiy bo'limini tashkil qiladi.

Yechilayotgan masalaning hajmiga ko'ra, hisoblash ishlarini amalga oshirishda juda ko'p ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlashga, buning uchun esa, albatta, kompyuterlardan foydalanishga to'g'ri keladi.



«Iqtisodiy matematik modellar va usullar» fani amaliy matematikaning asosiy yo'nalishlarini tashkil etadi. Bu fan texnika, texnologiya o'quv yurtlari va universitetlarining «Amaliy matematika», «Menejment va marketing», «Iqtisodiyot», «Iqtisodiy kibernetika» va boshqa ixtisosliklari bo'yicha bilim olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan.

Muallif Toshkent Moliya Instituti «Iqtisodiy informatika» kafedrası professori, texnika fanlari doktori R.X. Ayupovga sarmazmun maslahatlari va o'quv qo'llanmaning yaratilishiga ko'maklashgani uchun o'z minnatdorchiligini bildiradi.



## **I BOB**

### **IQTISODIY - MATEMATIK MODELLASHTIRISHNING ASOSLARI VA AHAMIYATI**

#### **§ 1. IQTISODIY-MATEMATIK MODELLASHTIRISH ASOSLARI**

**1.1. Model haqida asosiy tushunchalar.**

**1.1a. Milliy iqtisodiyotda matematik usullar va modellar  
qo'llanishining zarurligi.**

**1.2. Optimal programmalashtirish usulining asosiy masalalari:**

**a) chiziqli programmalashtirish usulining asosiy masalasini qo'yilishi;**

**b) chiziqsiz programmalashtirish masalalarining turlari va ularning  
qo'llanishi.**

**1.3. Ikkilangan masalalarning iqtisodiy ma'nosi.**

**1.1. Model haqida asosiy tushunchalar.**

**1.1.1. Model va avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalari.**

**1.1.2. Model turlari.**

**1.1.3. Matematik amallarning modellari.**

**1.1.1. Model va avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalari.**

Uzoq asrlardan boshlab insoniyat matematik usullarni hayotga qo'llashga harakat qiladi. Masalan, XVII asrda chorvachilik rivojlangan bo'lib, yer sirti yuzasini qayta bo'lish masalasi kun tartibiga qo'yilgan. Shuning uchun bu asrda «Pantograf» degan asbob yaratiladi. Bu asbob yordamida har xil yuzalardan iborat bo'lgan maydonlarni o'lchash imkoniyati yaratildi. Hozirgi zamon matematik usullari bilan xohlagan yuzani aniqlash mumkin, agar yuzani chegaralangan funksiyalari berilgan bo'lsa, uni aniq integral yordamida ham hisoblash mumkin:

$$S = \int_a^b f(x) dx$$

bunda, S-egri chiziqli trapetsiyaning yuzi .

XX asrning boshlarida esa, murakkab masalalarni yechish imkoniyat yaratiladi, ya'ni ANALOG hisoblash mashinalari –AHM yaratiladi. AHM yordamida yuqori tartibli differensial tenglamalar yechiladi.

MASALAN: 2- darajali differensial tenglamalarni yechish uchun 2 ta integrallash qurilmasi kerak. Matematik amallarni bajarish integrallashda, yig'indilar hisoblashda quyidagi qurilmalarda «Integrator», «summator», kuchaytirgichlardan foydalanib hisoblashlar bajariladi.

Shunday qilib, har bir matematik amalga mos fizika qurilmalardan foydalanib zanjirlar tuziladi. Shuning uchun xohlagan matematik masalalarni AXM orqali yechish mumkin.

Rus olimi Kantorovich 1939 yilda o'zining matematik modellash usullarini mahsulot ishlab chiqarish korxonalarni modellash masalalarini yechishda qo'llanishi haqidagi ilmiy maqolasini chop etgan. Bu ilmiy maqola "Математические методы и модели режирования и управления производств", degan nom bilan olamga mashhur bo'ldi. Korxonalarni rejalashtirishda bu ish qo'llanilmasdan qoldi, lekin 1945 yilda amerikalik olim Djon Dansig o'zining «Исследование операций» degan ilmiy ishi bilan simpleks usulini korxonalarni mahsulot ishlab chiqarishini rejalashda qo'lladi. Bu usul yordamida masalalarning optimallashtirish yechimi aniqlanadi. Shu maqoladan keyin 1950 yillardan boshlab bu yo'nalish bo'yicha boshqarish va modellash bo'yicha ko'p ilmiy maqolalar yoziladi. Shu ishlar natijasida 1970 yillardan boshlab bu fan «Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» fani shakllana boshladi. Bu fanning usullaridan foydalanib modellar tuziladi va ishlab chiqarish korxonalarining har xil iqtisodiy jarayonlarini ifodalovchi hamda ularni avtomatlashtirish masalalari yechiladi va bu korxonalarni boshqarish avtomatlashtiriladi. EHM yordamida modellash, modellarning yechim usullarini hamda programmashtirish tillarini bilgan holda, boshqarish sistemalari tuziladi. Bu «Avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalari» (ABS) tuzishga olib keladi.

Hozirgi zamonda ko'p korxonalarda boshqarish sistemalari tuzilgan. Masalan sanoat korxonalari. Bu sistemaga quyidagilar kiradi:

1. ABS maosh.
2. ABS xodimlar.
3. ABS material va texnika bilan ta'minlash.
4. ABS ish o'rnini.
5. ABS buxgalteriya va boshqalar.



### **1.1.2. Model turlari.**

Elektron hisoblash mashinalar (EHM) xohlagan fanlarda-biologiyada, fizikada, matematikada, ximiyada, meditsinada va hokazo fanlarda qo'llaniladi. Bu yo'nalishlardagi hodisalar bog'lanishlarini ifodalashda EHM muhim o'rinni egallaydi. Har bir ishlab chiqarish korxonalarida jarayonlar bog'lanishining matematik modellarini tuzish mumkin.

Inson hamma vaqt biror bir jarayonni, voqeani yoki hodisani o'rganishda, albatta u yoki bu ko'rinishdagi modeldan foydalanadi. Yaxshi qurilgan model real obyektga nisbatan juda ham qulay. Chunki modelni xohlagancha o'zgartirish faqat va faqat mutaxassisning o'ziga bog'liq, nainki real voqelikdan, ya'ni atrof-muhitga bog'liq ravishda real obyektни o'rganishi demakdir. Bu ishni real obyektда hech qachon bajarish mumkin emas.

Bundan tashqari, shunday obyekt va hodisalar tabiatda mavjudki, uni faqat modelda o'rgansa bo'ladi, boshqa iloji yo'q. Misol uchun biosfera masshtabida eksperiment o'tkazish, quyoshdagi fizik jarayonlarni o'rganish uchun quyoshning o'zida eksperiment o'tkazish, yer iqlimini, yerni quyosh atrofida aylanish trektoriyasidan bog'liqligini eksperimental yo'l orqali o'rganish va hokazolar. Ko'pincha, bunday eksperimentlarni o'tkazish imkoniyati bo'lmaydi yoki qaytmas jarayonlarning yuz berishi tufayli qat'iyan man qilingan. Bunday hollarda faqat modellashirish yo'li orqali ma'lum bir kerakli ma'lumotlarga ega bo'lish mumkin ekanligi kelib chiqadi.

**Ta'rif:** Model o'rganilayotgan obyekt, jarayon yoki hodisaning muhim xususiyatlarini, xossalarini matematik tavsiflashdir.

Model obyektning faqat izlanadigan xossalarini aks ettiradi, shuning uchun model obyektning hamma xossalarini aks ettirishi zarur emas.

Model real obyektни almashtirishi mumkin. Ma'lum strukturaga ega, tajriba va tadqiqot uchun qulay va arzon bo'lgan boshqa bir obyektidir.

Inson har qanday ishni boshlashdan oldin avval o'sha bajaradigan ishning andozasini, qurilmasini yoki tuzilishini fikrida nusxasini (modelini) yaratar ekan. Bundan kelib chiqadiki, model ko'pchilik hollarda abstrakt xarakterga ega. Agar biz fikrimizdagi nusxani, ya'ni abstrakt modelni «o'z tilida» - matematik simvollar va tegishli qonun-qoidalarга rioya qilgan holda bayon qilsak, bunday ko'rinishdagi modelga matematik model deyiladi.

Matematik model tushunchasini yaqqolroq tushuntirish maqsadida ba'zi bir mutaxassislarning matematik modelga bergan ta'riflari bilan tanishib chiqamiz:



N.P.Buslenko — real sistemaning matematik modeli bu shunday formal tilda yozilgan abstrakt obyekt, uni faqat matematik modelar orqali o'rganish mumkin.

V.M.Glushkov, V.I.Ivanov va V.M.Yanenko — matematik model bu, umuman olganda, matematik simvollar to'plami va ular orasidagi munosabatlardir.

A.A.Samarskiy, A.P.Mixaylov — har qanday obyektning har qanday modeli kompyuterda ishlatish darajasiga yetkazilgan bo'lsa, bunday modelni matematik model sifatida qaralsa bo'ladi. Bunda, albatta, o'rganilayotgan real obyektiv asosiy qonun- qoidalarini matematik tilda bayon qilinishi tushuniladi.

Yuqoridagilarni nazarda tutgan holda matematik modelni quyidagicha ta'riflash mumkin: matematik model - real obyektning tasavvurimizdagi abstrakt ko'rinishi bo'lib, u matematik belgilar va ba'zi bir qonun-qoidalar orqali ifodalangan bo'ladi.

Model originalning taxmini ko'rinishi deb qabul qilinadi.

Amaliyotda quyidagi modellardan foydalaniladi.

1. Fizikaviy modellar.

2. Geometrik modellar.

3. Matematik modellar.

4. Iqtisodiy — matematik modellar.

1. Fizikaviy modellar originalning asosiy xossalarini aks ettirib original bilan o'xshash qiyofaga ega. Fizikaviy modellar originaldan bir necha marta kichraytirilgan bo'ladi. Shuning uchun modellarga izlanishlar o'tkazib xossalar tekshiriladi, keyin esa originalning tuzilishiga kiriladi. Fizikaviy modellarga quyidagilar misol bo'la oladi: yengil avtomobil, samolyot, raketa modeli, GESlar modellari, konditer fabrikasining mahsulot ishlab chiqarish konveyeri modeli va boshqalar.

2. Geometrik modellar ham fizikaviy modellarga o'xshash bo'lib, ular originaldan bir necha marotaba kichraytirilgan bo'ladi. Bu yerda ham matematik tushunchaning proporsionallik koeffitsiyenti nazarga olinadi. Geometrik modellar, umuman olganda, mashinasozlikda va qurilishda keng ko'lamda foydalaniladi. Geometrik modellar yordamida qurilishlarning umumiy rejasi, ularning maketi va chizmalari (proyekti) tayyorlanadi. Shularni va obyektning kesimlarini nazarda olgan holda, yangi binolar, stanoklar, detallar quriladi, yasaladi.

3. Matematik modellar yordamida esa fazoda, hayotda, korxonalarda bo'lib o'tadigan jarayonlarni, asosiy xossalarini aks ettirish mumkin.

Matematik modellar originalni, asosiy xossalariining cheklanishlarini son va harflar bilan ifodalaydi. Masalan, biror jarayon natijasida 2 ta o'zgaruvchilar bilan foydalansa, bu hol uning grafigini koordinatalar sistemasida chizib uning o'zgarish qonuniyatini nuqtalar bilan ifodalab chiziq orqali tutashtirib o'zgarish chizig'ini ko'rish mumkin. Matematik modellar chiziqli va chiziqlimas bo'lishi mumkin.

4. Iqtisodiy - matematik modellar iqtisodiy fanlar tizimida iqtisodiy nazariya bosh o'rinni egallaydi, u butun iqtisodiy fanlarning nazariy va uslubiy asosini tashkil qiladi. Iqtisodda matematik modellastirish dastlab siyosiy-iqtisodiy izlanishlarda foydalanishdan boshlangan. Fransua Kene (1694-1774 y.)ning «Iqtisodiy jadval» nomli maqolasida birinchi iqtisodiy matematik model qurilgan deb e'tirof etiladi. Unda umumiy ishlab chiqarish jarayoni matematik model shaklida ko'rsatilgan. Bundan oldin ilmiy tarzda bo'lmasa ham modellastirish qadimgi Gretsiyada Aristotel, Platon, Ksenofontlar tomonidan qurilgan. Ular xo'jalik mahsulotlarining foydaliligi bo'yicha o'lchash masalasini qo'yishgan. Siyosiy iqtisod masalalarini matematik yo'l bilan hal etishni, asosan, XVIII asr iqtisodchilari boshlab berishgan. Italiyalik iqtisodchilar Djovani Cheva (1711), Daniyel Bernulli (1731), Chezare Bekakaria (1765)lar algebraik formulalar orqali xalq xo'jaligini butunligicha modellastirishga urinishgan, unda baho, talab, taklif, iste'mol intensivligi, raqobat darajasi kabilarni o'zaro bog'liqlik ifodasini keltirishgan. XIX asrda esa nemis, fransuz, shvetsariyalik iqtisodchilar tomonidan makroiqtisodiy, mikroiqtisodiy modellarning asoslari yaratildi. Ular talab, taklif, daromad, baho, ish haqi, mehnat, ayirboshlash, ishlab chiqarish kabi iqtisodiy tushunchalarni matematik formulalar orqali bir-biri bilan bog'lab yozdilar. Hozirgi davrda foydalanilayotgan ko'pgina tushunchalar o'sha davrda kiritilgan, masalan, Kurno nuqtasi (sotuvda maksimal foyda beruvchi nuqta), «Gossenning 1-qonuni», «Gossenning 2-qonuni», va h k. Bu asrda ijod etgan olimlardan N. Kanard (1801), V. Vevelli (1829), Tyunen (1850), A. Kurno (1838), S. I. Dyupyui (1840), G. Gossen (1859), U. S. Jevons, L. Valras, V. Pareto va boshqalarni aytish mumkin. Asosiy iqtisodiy modellarni yaratish va uning yordamida muhim iqtisodiy natijalarga erishilish XX asrga xosdir. Bu davrda rus iqtisodchi matematiklarning roli katta bo'ldi. Sobiq Sovet hokimiyati ishlab chiqarishni rejali tashkil etishda ratsional reja tuzish uchun matematik modellardan foydalanishni kun tartibiga qo'ydi va dunyo bo'yicha birinchi bo'lib 1923-24 yillarda xalq xo'jaligida balans modelini yaratib, katta muvoffaqiyatga erishdi. Lekin afsuski, XX asrning



20-yillarida shunday muvaffaqiyat bilan boshlangan ish ancha yillar rivojlanmay to'xtab qoldi. Bunga sabab shaxsga sig'inish sharoitida juda ko'p talantli iqtisodchi olimlar qatag'onga uchraganlar. Ko'p iqtisodiy modellar yaratilishidan boshlab, raqobat sharoitini e'tiborga olib yozilgan, shuning uchun rejali ishlab chiqarish sharoitiga mos emas, u g'oyalar burjuacha g'oyalardir deb, uning fidoilarini «antimarksist», «burjuacha subyektivist» degan nomlar bilan qoralaganlar. Faqat 1958 yilga kelib asta-sekin bu fan yana jonlana boshladi. Katta jasorat ko'rsatib bo'lajak buyuk olim V. S. Nemchinov iqtisodiy matematika laboratoriyasini ochdi, u bir necha yosh olimlarni birlashtirdi. 1960 yil V. S. Nemchinov boshchiligidagi matematik modellarni amalga tatbiq qilish bo'yicha ilmiy kengash bo'lib o'tadi. Bu kengash fanning gurkirab o'sishiga turtki bo'ldi. Shu kengashning o'zida ikki klassik ish ko'rildi. Ulardan biri L.V.Kantorovichning «Resurslardan optimal foydalanishning iqtisodiy hisoblari», ikkinchisi, V. V. Novojilovning «Xarajatni o'lchash va uning natijalari» edi. Shundan keyin L. V. Kantorovichning ishlari iqtisodiy matematik usullarning rivojlanishida yetakchilik qildi. U ishlab chiqarishni rejalashtirishda bir qancha masalalarni tahlil etib, iqtisodiyot uchun muhim bo'lgan matematikaning bir sinfini yaratdi, u chiziqli programmalash deb nom oldi. Unda chiziqli tengsizliklar va tenglamalarning mumkin bo'lgan yechimlari orasidan ma'lum maqsadni ifodalovchi chiziqli ifodaga eng yaxshi qiymat beruvchisini ajratib olish ko'rilgan. Tez orada chiziqli programmalash ishlab chiqarishni rejalashtirish masalasini hal qilishda asosiy matematik usul bo'lib qoldi. XX asrning 60-yillari boshidan optimal yechimni aniqlash konsepsiyasi iqtisodning barcha tarmoqlariga asta-sekin kira boshladi. Uning natijasida matematikaning yangi bo'limlari: chiziqli, nochiziqli programmalash, optimal boshqarish nazariyasi, dinamik programmalash va boshqalar rivojlana bordi. L. V. Kantorovichga bu sohada qilgan ishlari uchun 1975 yilda Nobel mukofoti berildi. O'tgan asrning 70-yillari boshlarida iqtisodiy matematik modellashtirish iqtisodiy muammolarni hal etishda asosiy vosita bo'lib qoldi. Uning qo'llanilish sohasi kengaygan sari qiyinchiliklar va tushunmovchiliklar yuzaga chiqqan boshladi. Uni qo'llash mumkin bo'lmagan joylarda ham tatbiq qilishga bo'lgan urinishlar, hatto iqtisodda matematik usullardan foydalanish yaroqsizdir, degan xulosalarni keltirib chiqarishga ham sababchi bo'ldi. Negaki, ratsional reja tuzishda faqat ishlab chiqarish resurslari hisobga olinadi, tashkiliy va sotsial-iqtisodiy faktorlar esa e'tibordan chetda qoldiriladi. Bu ko'p hollarda tuzilgan rejaning samaraliligiga o'z ta'sirini o'tkazgan va xo'jalik yurituvchilar orasida matematik usullarga ishonchsizlikni tug'dirgan. Bu fanning rivojlanishiga yomon ta'sir etmay,



balki o'z navbatida modellashtirishda yana yangi qoidalarni yaratishga zaruriyat tug'dirdi. Endi boshqarishni to'g'ri tashkil qilishni matematik modelini yaratish ustida izlanishlar olib borila boshlandi va bu borada ham ko'plab muvaffaqiyatlarga erishildi.

Iqtisod ko'p hollarda statistik ma'lumotlar asosida tahlil qilinadi. Bularda izlanayotgan ko'rsatkich aniq ko'rinishda topilmasdan, balki unga ta'sir etuvchi ko'rsatkichlar orqali statistik funktsiya shaklida ifodalanadi. Bunday modellar iqtisodiy-statistik modellar deb yuritiladi. Bunda, asosan, bog'lanishlar regressiya tenglamalari orqali yoziladi.

Modellashtirish jarayonining o'ziga xos muammolari bor. Hozirgi davrda iqtisodiyotda matematik modellashtirishning bosh muammosi ishlab chiqarilgan modellarni aniq va sifatli axborotlar bilan to'ldirishdan iborat. Boshlang'ich ma'lumotlarning to'la va aniqligi, ularni to'plash va qayta ishlash amaliyotda qanday modellarni qo'llash kerakligini ko'rsatib beradi.

Iqtisodiyotda ko'pgina jarayonlar ommaviy xarakterga ega, ular ma'lum bir qonuniyatlar bilan tavsiflanadi. Bu qonuniyatlar esa bir yoki bir necha kuzatishlar asosida aniqlanishi qiyin. Shuning uchun iqtisodiyotda modellashtirish ommaviy kuzatishlarga asoslanishi kerak.

Boshqa muammo iqtisodiy jarayonlarning dinamikligida bo'lib, ularning ko'rsatkichlarini o'zgarib turishiga va tarkibiy nisbatlariga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun iqtisodiy jarayonlarni doimo kuzatishga to'g'ri keladi.

Iqtisodiy jarayonlarni va hodisalarning miqdoriy nisbatlarini o'rganish iqtisodiy o'lchashlarga asoslanadi. O'lchashlarning aniqligi matematik modellashtirish yordamida bajariladigan miqdoriy tahlillarning aniqlik darajasini ko'rsatib beradi. Shuning uchun matematik modellashtirishdan samarali foydalanishni zaruriy sharti iqtisodiy o'lchashlarni takomillashtirishdan iborat.

Bozor iqtisodi sharoitida ham xo'jalikdagi iqtisodiy jarayonlar ommaviy xarakterga ega bo'lib, tasodifiylik komponentlarini o'z ichiga oladi.

Ko'zda tutilmagan tasodifiyliklar - tabiiy hodisalar, xalqaro ahvoldagi o'zgarishlar, ilmiy texnika yangiliklarining ochilishi va turli xil subyektiv ko'rsatkichlar hisoblanadi.

Iqtisodiyotni rejalashtirish metodologiyasi uchun iqtisodiy rivojlanishning aniqmaslik tushunchasi katta ahamiyatga ega. Bu tushunchaning umumiy mazmuni-bir qiymatlilikning yo'qligidir. Iqtisodiy prognozlashtirish va rejalashtirishdagi izlanishlarda ikki xil noaniqlik mavjud: iqtisodiy jarayonlar xususiyatlari bilan shartlangan haqiqiy aniqmaslik va bu jarayonlar haqidagi malumotlarni to'la hamda aniq emasligiga bog'liq

bo'lgan ma'lumotlarning aniqmasligi. Xalq xo'jaligi rivojlanishidagi noaniqliklar ikki sababga ko'ra vujudga keladi: birinchidan, jarayonlarni rejalashtirish va boshqarishning borishi hamda bu jarayonlarga tashqi ta'sirning qaysi vaqtda amalga oshirishini avvaldan aytib bo'lmazligi va h.k. Ikkinchidan, davlat miqyosidagi rejalashtirish va boshqarish ijtimoiy hayotning hamma tomonlarini qamrab olmasligi va h.k.

Iqtisodiy jarayon va hodisalarning murakkabligi va yuqorida aytilgan iqtisodiy tizimlarning xususiyatlari nafaqat matematik modellashtirishni qiyinlashtiradi, balki uning to'g'riligini, adekvat aks ettirishini ham qiyinlashtiradi. Iqtisodiyot modellarini va uning haqiqiylikini tekshirish va aniqlash murakkab metodologik muammo hisoblanadi. Umuman, modellar to'g'riligi tajriba yo'li bilan aniqlanadi, lekin iqtisodiy modellar uchun bunday yo'l bilan aniqlash imkoniyati yo'q. Uni real jarayon yuz berganda tahlil qilish mumkin.

Matematikaning iqtisodiyotga qo'llanishi, iqtisodiy masalalarni matematika tili bilan ifodalash natijasida bu fanlar rivojlandi va amaliyotda yangi yo'nalish «Iqtisodiy – matematik modellar» fani yuzaga keldi. «Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» fani yordamida mahsulot ishlab chiqarish korxonasining iqtisodiy masalalarini yechish mumkin bo'ldi. Buning uchun avval cheklanishlar shartlari ifodalaniladi. Keyin esa, cheklanishlarni nazarga olgan holda funksiya tuziladi. Masalan, Iqtisodiy - matematik modellar va usullar fani asosida ishlab chiqaruvchi korxonaning umumiy mahsulotidan olinadigan umumiy foydasi yoki zararini hisoblash mumkin. Bu masalaning umumiy holda matritsa ko'rinishi quyidagicha:

$$Ax \leq QB \quad (1)$$

$$x \geq 0 \quad (2)$$

$$f(x) = CX \Rightarrow \max(\min) \quad (3)$$

(1),(2) shartlar cheklanishlarni ifodalaydi.(3)tenglik esa Maqsad funksiyaning ifodalaydi. Shunday qilib ,(1), (2) cheklanishlar, (3) Maqsad funksiya birgalikda, mahsulot ishlab chiqarish korxonasining Iqtisodiy - matematik modeli ifodalanadi. Bu Iqtisodiy - matematik modelda Q quyidagi belgilardan birini ifodalaydi.

$$Q = \left\{ \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} \right.$$

Agar Q tenglikni ifodalasa, bu holda (I) shart tenglamalar sistemasini ifodalaydi. Bunda

A- matritsa , yoki

(a<sub>ij</sub>) bunda  $i = 1, \bar{m}, j = 1, \bar{n}$ ,



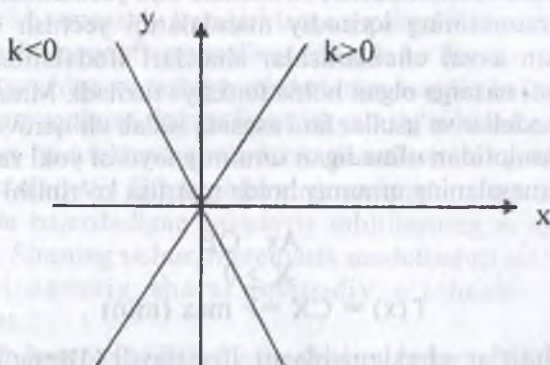
Bu A matritsa noma'lumlar oldidagi koeffitsientlardan tuzilgan u xomashyolarni mahsulotlarning turlarini ishlab chiqarishga sarflanadigan normalarini ifodalaydi.

Modelda — V-vektor esa, xomashyolar zaxiralarini ifodalaydi. S-vektor esa har bir mahsulotlar, har bir mahsulotlarning bir birligidan yoki birlik hajmidan olinadigan foydani ifodalaydi.

X-vektor, izlanayotgan mahsulotlar turlarining birligini yoki noma'lum hajmlarini ifodalaydi. Shunday qilib, iqtisodiy - matematik modellar yordamida ekstremal masalalar yechiladi. Fizikaviy va matematik modellarga misollar:

### 1.1.3. Matematik amallarning modellari

I. Funksional bog'lanish  $y=kx$  ko'rinishda berilgan bo'lsa, uni Dekart koordinatalar sistemasida koordinatalar sistemasining boshidan o'tuvchi to'g'ri chiziqlar oilasi ko'rinishida ifodalash mumkin. ( $k>0$  va  $k<0$  bo'lganda, 1-rasm).



1-rasm.

O'zgaras miqdorni ( $k$ ) o'zgaruvchi miqdor ( $x$ ) ga ko'paytmasini fizikaviy model orqali ifodalash mumkin:

O'zgaras kuchaytirgichning matematik modeli

$$U_{bx} = \left( \frac{R}{R_1} \right) U_{b_{x0}} = K U_{b_{x0}} \quad (1)$$

ko'rinishda beriladi, unda



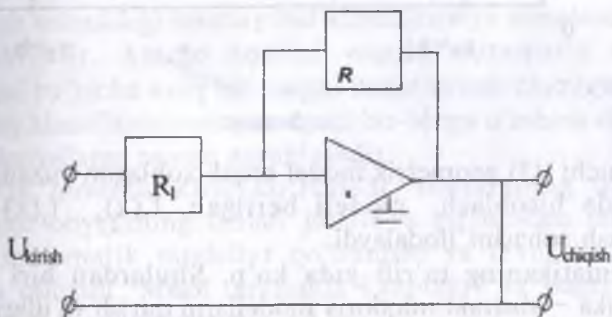
$K = -\frac{R}{R_1}$  proporsionallik koeffitsenti,  $R, R_1$  qarshiliklarni ifodalaydi.

(2-rasmda uning elektrik zanjir orqali ifodalangan modeli keltirilgan.)

$U_{bx_0}$ ;  $U_{bx}$ —boshlang'ich va natijaviy kuchlanishlar. Fizikaviy modelni, matematik model ko'rinishi  $u=kx$ —ni geometrik ifodasi, bu Dekart koordinatalar sistemasida koordinata boshidan o'tuvchi to'g'ri chiziqni ifodalaydi.

2. Agar matematik model quyidagi ko'rinishda berilgan bo'lsa:

$$Y = \sum_{i=1}^n A_i U_i \quad (2)$$



2-rasm.

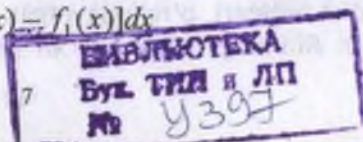
bunda,  $Y$  kuchlanishlar yig'indisini ifodalaydi, ya'ni «summator»ni ifodalaydi.

Agar  $R_1$  yoki  $R$ -ni o'rninga, elektr zanjirda kondensator  $S$  joylashtirilsa, «differensiallovchi» yoki «integrallovchi» qurilmalar hosil qilinadi. Shunday qilib, elektrik zanjir yordamida har bir matematik amalning modelini tuzish mumkin. Xulosa qilish mumkinki, matematik amallarning modellaridan foydalanib, kompyuterlarning qurilmalarini tuzib, jarayonlarning bog'lanishlarini matematik modellarini aniqlab, avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalarni tuzish mumkin.

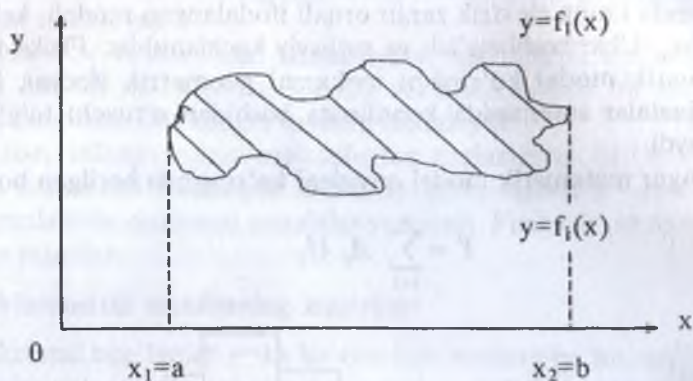
### 3. Yuzalarni hisoblash modeli

a) Matematik model orqali ifoda:

$$S = \int_{x_1=a}^{x_2=b} [f_2(x) - f_1(x)] dx$$



b) Geometrik ko'rinishda (3-rasm)



3-rasm.

Uchinchi (3) geometrik model orqali xohlagan yuzani aniq integral yordamida hisoblash modeli berilgan,  $f_1(x)$ ,  $f_2(x)$  funksiyalar, integrallash sohasini ifodalaydi.

Matematikaning ta'rifi juda ko'p. Shulardan biri quyidagicha: matematika – abstrakt miqdoriy modellarni qurish va ularning tadqiqoti bilan shug'ullanuvchi fan.

Bunday ta'rifdan kelib chiqadiki, matematikada qanchalik matematik sohalar (sonlar, matritsalar nazariyasi, Yevklid, Lobachevskiy, Riman geometriyalari va hokazolar) mavjud bo'lsa, shunchalik matematik model ham mavjud. Demak, matematik modellarning turlari ham xilma-xil ekan.

Amalda matematik modellashtirishda, ko'pincha, differensial, algebraik guruhlar, to'plamlar va topologik nazariyalardan foydalaniladi. Oxirgi paytlarda elementar zarrachalar nazariyasi, kvant mexanikasi va ekologiya sohalarida guruhlar va topologik metodlarga bag'ishlangan matematik modellar vujudga kelib, fizika va ekologiyadagi fundamental problemalarni hal qilishda katta rol o'ynayapti.

Albatta, u yoki bu ko'rinishdagi matematik apparatni qo'llash o'rganilayotgan masalaga bog'liqdir. Agar biz o'rganayotgan masala uzluksiz jarayonlardan iborat bo'lsa, bunda eng qulay differensial va integral hisob nazariyasini qo'llash mantiqan to'g'ri.

Bundan tashqari, o'rganilayotgan masalani o'rganish darajasiga ham bog'liqdir. Shuning uchun bir xil paytlarda to'plamlar yoki topologik

usullarni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi. Agar bizni o'rganilayotgan masalani simmetrik yoki invariant xossalari qiziqтира, unda guruhlar nazariyasini qo'llash yana ham qulayroq bo'ladi.

Bundan kelib chiqadiki, matematik modellarning ko'rinishi o'rganilayotgan misollarning tabiatida, qo'yilgan maqsadda va hokazolarga bog'liq ekan.

### Matematik modellar klassifikatsiyasi

Matematik modellashtirish bo'yicha oxirgi bir necha o'n yillikda shunchalik ko'p ishlar qilinganki, biror bir ilmiy va texnikaviy soha yo'qki, unda matematik modellashtirish qo'llanilmagan bo'lsa. Matematik modellashtirish sohasidagi bunday hol klassifikatsiya masalasini yuzaga keltirishi tabiiydir. Ammo hozirgi vaqtda matematik modellar klassifikatsiyasi bo'yicha aniq bir nuqtai nazar ishlab chiqilmagan.

Har qanday klassifikatsiyaning maqsadi bir-biriga o'xshash obyektlarni ma'lum bir alomatlariga asosan guruhlashdir.

Matematik modellarning ko'rinishi, masalaning qo'yilishi, o'rganilayotgan obyektning tabiati jihatidan bir-biridan farq qiladi. Ko'pincha, matematik modellar qo'llanishi va texnikasi bo'yicha klassifikatsiya qilinadi. Misol tariqasida Lyapunov va Bagrinovskiylar klassifikatsiyasini qarab chiqamiz:

|                                                                                      |                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Vaqt intervali chegaralangan matematik modellar                                      | Intervali chegaralanmagan matematik modellar |
| Fazoviy o'zgaruvchisiz matematik modellar                                            | Fazoviy o'zgaruvchili matematik modellar     |
| Izsiz matematik modellar (Markov zanjiri nazariyasiga asoslangan matematik modellar) | Izli matematik modellar                      |
| Boshqaruvchisiz matematik modellar                                                   | Boshqaruvchi matematik modellar              |

Bunday asosda klassifikatsiyalash amalda kam qo'llaniladi. Matematik modellarning klassifikatsiyasi, ko'pincha, mutaxassisning intellektual, estetik darajasiga bog'liqdir.

Svirejev YU.M. (1975) matematik modellarning klassifikatsiyasini quyidagicha beradi: hamma matematik modellar ikki guruhga bo'linadi — analitik va imitatsion modellarga.

Analitik modellar guruhiga masalalarning nazariy tadqiqotiga bag'ishlangan modellar kiradi. Nazariy tadqiqotlar deganda, ko'pincha,



o'sha o'rganilayotgan obyektning turg'unligi, turg'unlik hollari, chegaraviy davrlarning mavjudligi, bifurkatsion holatlarning dissipativ strukturalari va tebranish davrini aniqlash masalalari tushuniladi. Bunday hollarda biz o'rganilayotgan hodisaning konseptual sxemasini soddalashtirishimiz kerak.

Buning uchun, haqiqatga yaqin fikrlardan, asimptotik usullardan, soddalashtirilgan gipotezalardan foydalaniladi. Bunday masalalarni yechishda, ko'pincha, differensial tenglamalar nazariyasining sifat va turg'unlik usullaridan yoki klassik matematikani boshqa biror qulay usullaridan foydalaniladi.

Imitatsion modellash tirish masalaning amaliy nuqtai nazardan yechish sistemasini o'z ichiga oladi, konkret real sharoitni, noma'lum o'zgaruvchilarni yoki yetarli darajada ma'lum bo'lmagan elementlar orasidagi bog'liqlikni hisobga olgan holda quriladi. Bunday hollarda, asosan, kompyuterda eksperiment o'tkazish metodlari nazarda tutiladi. Bunday modellash tirish metodi analitik metoddan farqli, o'rganilayotgan obyekt elementlari orasidagi xilma-xil bog'liqliklarni hisobga olishi mumkin.

Imitatsion modellash tirish usulidan hozirgi paytda juda keng ko'lamda foydalaniladi. Biror soha yo'qki, imitatsion modellash tirish ishlatilmasa. Hatto ba'zi analitik masalalarni yechishda ham qo'llanilayapti.

### **Matematik modelni qurish metodlari**

Biz modellarning ahamiyati ularning jamiyat taraqqiyotidagi roli, shu jumladan matematik modellash tirish va uning boshqa modellardan farqi va turlari haqida gapirib o'tdik. Xulosa qilib aytish mumkinki, umuman, matematik modellash tirish atrof-muhitni o'rganishning asosiy va doimiy quroli hisoblanadi. Shunday ekan, atrof-muhitga doir u yoki bu masalalar o'rganilayotganda matematik modelning o'zi qanday quriladi? Bu savolga ushbu bobda javob beriladi.

Avval matematik modellarni qurishning asosiy etaplari bilan tanishib chiqamiz. Ana shu etaplar ichida ikkita asosiy momenti bor, bu ishchi gipotezalarni aniqlash va shu ishchi gipotezalar asosida matematik modelning konseptual sxemasini qurish. Bu ikkita asosiy tayanch, matematik model o'rganayotgan obyekt qanchalik haqqoniy akslantirishini aniqlaydi. Bu bob bilan tanishayotganda ana shu ikki asosiy tayanchga juda katta e'tibor berish kerak, bundan tashqari ishchi gipotezalar asosida yotuvchi eksperimental berilganlarning statistik analizi haqida va ulardan to'g'ri xulosa chiqarish kerakligi haqidagi ma'lumotlarga ham to'xtalinadi va shunga doir misol qarab chiqiladi.

## Matematik modellashtirishda asosiy talablar

Matematik modelni qurishdan oldin biz model qaysi talablarga javob berishini bilishimiz kerak. Bu talablar quyidagilar:

- konkret obyektning modeli boshqa o'xshash obyektlarga qo'llanishi uchun kerakli darajada universal bo'lishi shart;
- model qurilishi lozimki, uni deyarli o'zgartirishsiz o'zidan yuqori darajali modelga model osti sifatida kiritish mumkin bo'lsin;
- modelda faktorlarni masalani echishda qanchalik zarurligini hisobga olish kerak;
- model hisobga olinishi zarur bo'lgan faktorlarga nisbatan sezgirlik darajasi past bo'lishi shart (hisobga olinishi mumkin bo'lgan faktorlarning aniq qiymatini eksperimentda aniqlanishi murakkabligini nazarga olgan holda);
- model blokli prinsipda qurilishi lozim, ya'ni o'zgaruvchilar to iloji boricha alohida blokda hisoblansin (avtonom holda), toki modelning modifikatsiyasi (o'zgartirish)ni qulay bo'lishligi uchun.

Birinchi qo'yilgan talabning ma'nosi, ya'ni real obyektning matematik modeli kerakli darajada umumiy bo'lishi kerakki, uni biz juda kam o'zgartirish tufayli boshqa o'xshash obyektlarga qo'llab olsak. Misol uchun olsak issiqlik o'tkazuvchanlikni chiziqsiz tenglamasini nafaqat issiqlik jarayonlarini yozish uchun, balki diffuziya, yer osti suvlarining harakati, gazning po'k (poristik) qavatlardagi filtratsiyasidek jarayonlarni o'rganishga ham foydalanish mumkin. Bunda faqat modelga kiruvchi kattaliklarning ma'nosi va o'zgarmas kattaliklarning qiymati o'zgarishi mumkin. Bu yerdan bunday obyektlarning umumiy va asosiy qonunlari bir xil abstrak ko'rinishga ega bo'lishi mumkinligi kelib chiqadi.

Ikkinchi qo'yilgan talabda matematik modelning kompaktligi nazarda tutilgan. Modelni ko'rayotganda hamma vaqt nazarda tutish kerakki, model kerakli vaqtda o'zidan yuqori darajali modelning bir bloki sifatida ishlatilishini hamma vaqt nazarda tutish kerak. Misol, daraxtning matematik modeli o'rmon ekosistemi modelining bir bloki sifatida yoki fotosintez jarayonining matematik modeli daraxt matematik modelining bir bloki sifatida ishlatish mumkinligi nazarda tutiladi.

Uchinchi qo'yilgan talabning ma'nosi to iloji boricha ikkinchi, uchinchi darajali faktorlarni matematik modellashtirishda hisobga olmaslik, ya'ni modelni murakkablashtirmaslik. Misol, epidemiya tarqalishining matematik modelida shamolning tezligini hisobga olish modelni ancha murakkablashtiradi, ammo atrof-muhitning ifloslanuvchi kotsergenlarini tarqalishni akslantiruvchi, geopotensial, atmosfera temperaturasi matematik modelga shamol yo'nalishini



va tezligini hisobga olmaslik umuman mumkin emas. Yana bir misol, suv quvuridagi suvning oqimining matematik modelini ko'rayotganda Oyning ta'sirini hisobga olmasak ham bo'ladi, ammo dengiz yoki okeandagi suv toshqinlarini hisoblayotganda, biz albatta, Oyning tortishini hisobga olishimiz kerak, chunki suv toshqinlari to'g'ridan-to'g'ri Oyning tortishish natijasidir.

To'rtinchi qo'yilgan talabning ma'nosi shuki, real tabiatdagi ko'pgina faktorlarni o'lchashda anchagina xatoliklarga yo'l qo'yilishi mumkin. Ko'pchilik hollarda faktorning aniq qiymatini o'lchash mumkin bo'lmasdan qoladi. Sababi yo o'lchashning biror bir aniq mukammal metodikasi yo'q yoki umuman buning iloji yo'q. Misol, ob-havoning prognozi to hozirgacha taxminiy, hasharotlarni paxta maydonidagi soni, Oyning Yer atrofida aylanish trayektoriyasining aniq qonuniyati va hokazolar. Bundan kelib chiqadiki, bizning matematik modelimiz har bir hisobga olingan faktorlarning qiymatini aniqlashda juda kichik qo'yilgan xatolikka sezgir bo'lsa, unda bizning modelimiz hech qachon qoniqarli natija bermaydi. Shu sababli model hisobga olinadigan faktorlarga nisbatan qo'pol bo'lishi shart, ya'ni faktorlarning qiymatiga sezgir bo'lmasligi kerak.

Albatta, bunday talab hamma vaqt ham o'rinli bo'lmaydi. Agar biz texnologik jarayonlarning matematik modeli haqida gapirmoqchi bo'lsak, to'rtinchi talab o'rinli emas. Bunday talab faqat tabiiy jarayonlar hisobga olinayotganda o'rinlidir.

Beshinchi talab matematik modelning uncha katta bo'lmagan o'zgartirishsiz tezda moslashishiga qaratilgan bo'lib, modelning universalligini xarakterlaydi.

Matematik modelni tanlashda quyidagilarga ahamiyat berish kerak:

- obyektни o'rganishga;
- obyektни obyekt osti bloklarga ajratish, bloklardagi o'zgaruvchilarni aniqlash, bloklar va ulardagi o'zgaruvchilar orasidagi bog'liqliklarni o'rnatish va obyektning konseptual modelini qurish;
- konseptual modelni matematika tilida formalizatsiyalash, ya'ni obyektning matematik modelini yozish. Matematik modelning nazariy tadqiqotini o'tkazish;
- qulay kompyuter tilida moyedllashtirish algoritmini yozish;
- kompyuterda obyekt dinamikasini imitatsiyalash;
- model parametrlarini baholash (identifikatsiyalash), imitatsiya natijasini obyektning tabiiy dinamikasi bilan taqqoslash asosida;
- modelni sinash (verifikatsiyalash), ya'ni identifikatsiyalashgan modelni boshqa (identifikatsiyalashga foydalanilmagan) berilganlarda sinash;



- model sezgirligining analizi, ya'ni imitatsiya natijasini model parametrlari qiymatlaridan (keng ma'noda model asosidagi gipotezalarining qanoatlantiruvchi miqdoriy bog'liqliklarning ko'rinishidan) va boshlang'ich berilganlarning o'zgarishidan bog'liqligini aniqlash;

- imitatsion eksperiment andozasini yozish va har xil mantiqiy senariyalarni ko'rib chiqish.

Birinchi bosqichda — obyektga doir, uning dinamikasini, tabiatini tushuntiruvchi har qanday tegishli ma'lumotlarni yig'ish tushuniladi.

Ikkinchi bosqichda — yig'ilgan ma'lumotlarni sistemalashtirish, tegishli ishchi gipotezalar yozish va sistemalashtirilgan ma'lumotlarni sxematik ravishda akslantirish tushuniladi. Sistemalashtirilgan ma'lumotlarni sxematik akslantirish — konseptual modellashdir.

Uchinchi bosqichda konseptual model asosida matematik modelni yozish. Bunda, albatta, o'sha konseptual model va o'rganilayotgan obyektga nisbatan yurgizilgan ishchi gipotezalari asosida o'zgaruvchilar orasidagi bog'liqlarni, munosabatlarni, ularni o'zgarish qonunlarining, bloklar orasidagi bog'lanishlarni matematik ifodalar, funksiyalar va tenglamalar orqali yozilishi. Bularning hammasi birgalikda matematik modelni tashkil qiladi. Matematik model yozilgandan so'ng uni ma'lum bir matematik metodlarga asosan, tadqiqot o'tkaziladi. Bunda matematik model yechimlari aniqlanadi, ularning o'zgarish sohalari aniqlanadi, modelni asimptotik yechimlarining analizi ko'rib chiqiladi, model turg'unligi tekshiriladi va hokazolar.

To'rtinchi bosqichda matematik model yechimlari asosida kompyuterdagi qulay biron bir algoritmik tilda programma yoziladi, matematik model yordamida imitatsion eksperimentlarni o'tkazish uchun.

Beshinchi bosqichda modelni obyekt dinamikasiga muvofiqlashtirish niyatida obyekt dinamikasi bo'yicha imitatsion eksperimentlar o'tkazish tushuniladi.

Oltinchi bosqichda imitatsion eksperiment natijasini obyektning tabiiy dinamikasi bilan taqqoslash natijasida matematik model parametrlari baholanadi.

Yettinchi bosqichda modelni amalda qo'llash uchun sinov eksperimentlari o'tkaziladi va aniqlanadi, modelni amalda tatbiq qilish mumkinmi yoki muvofiqlashtirish uchun o'zgartirish talab qilinadimi degan savolga javob izlanadi.

Sakkizinchi bosqichda modelni o'z parametrlarining qiymatiga nisbatan sezgirligini, ya'ni parametrlarini aniqlashdagi xatoliklarning chegaralari aniqlanadi. Agar xatolik belgilangan chegaradan chiqib ketsa, model natijalari obyektning haqiqiy dinamikasidan farqi katta bo'lib, tamoman noto'g'ri ma'lumotga olib kelishi mumkin. Ana shunday holatga tushmaslik

uchun, albatta, model parametrlarini o'rganish, ya'ni «ishonch intervallarini» aniqlashimiz kerak.

Oxirgi bosqichda matematik model yordamida har xil mantiqiy, nazariy va amaliy eksperimentlar o'tkazish yordamida obyekt haqida yangi ma'lumotlarni yig'ish haqida, ya'ni ilmiy nazariy tadqiqot ishlari olib borilishi tushuniladi.

### **1.1.a. Milliy iqtisodiyotda matematik usullar va modellarni qo'llashning zarurligi**

Matematik usullar oddiy traditsion usullarni inkor etmasdan, balki ularni yanada rivojlantirishga va obyektiv o'zgaruvchan natija ko'rsatkichlarini boshqa ko'rsatkichlar orqali muayyan tahlil qilishga yordam beradi. Matematik usullarning va elektron hisoblash mashinalarining milliy iqtisodiyotni boshqarishda afzalliklaridan biri shundaki, ular yordamida modellashtiruvchi obyektga faktorlarning ta'sirini, natija ko'rsatkichiga resurslarning o'zaro munosabatlarini ko'rsatish mumkin. Bu esa o'nlab tarmoqlar va minglab korxonalarda xo'jalikni ilmiy asosda prognozlashtirish va boshqarishga imkon beradi.

Matematik usullar va modellarning ahamiyatini quyidagilarda ko'rish mumkin:

I. Iqtisodiy - matematik usullar yordamida moddiy, mehnat va pul resurslaridan oqilona foydalaniladi.

II. Matematik usullar va modellar iqtisodiy va tabiiy fanlarni rivojlantirishda yetakchi vosita bo'lib xizmat qiladi.

III. Matematik usullar va modellar yordamida tuzilgan prognozlarni umumiy amalga oshirish vaqtida ayrim tuzatishlarni kiritish mumkin bo'ladi.

IV. Iqtisodiy-matematik modellar yordamida iqtisodiy jarayonlar faqat chuqur tahlil qilinibgina qolmasdan, balki ularning yangi o'rganilmagan qonuniyatlarini ham ochish imkonini beradi. Shuningdek, ular yordamida iqtisodiyotning kelgusidagi rivojlanishini oldindan aytib berish mumkin.

V. Iqtisodiy-matematik usul va modellar hisoblash ishlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish bilan birga, aqliy mehnatni yengillashtiradi va iqtisod xodimlarning mehnatini ilmiy asosda tashkil etadi va boshqaradi.

Asosiy iqtisodiy - matematik usullarga quyidagi usullar kiradi:

I. Matematik statistika. U quyidagi fanlarga bo'linadi:

a) dispersiya tahlili (analiz);

b) korrelatsiya tahlili;



- v) regressiya tahlili;
- g) faktorli analizi;
- d) indekslar nazariyasi.

## 2. Ekonometriya:

- a) iqtisodiy o'sish nazariyasi;
- b) tarmoqlararo balans;
- v) ishlab chiqarish funksiyasi nazariyasi;
- g) talab va taklif tahlili.

## 3. Optimal programmalashtirish:

- a) chiziqli programmalashtirish;
- b) kasr-chiziqli programmalashtirish;
- v) butun sonli programmalashtirish;
- g) dinamik programmalashtirish.
- d) stoxastik programmalashtirish;
- e) o'yinlar nazariyasi va boshqalar.

## 4. Bozor iqtisodiyotiga taalluqli usullar:

- a) erkin raqobat (konkurensiya) modellari;
- b) firmaga taalluqli modellar.

Jamiyatdagi va iqtisodiyotdagi obyektlarni matematik modellar yordamida kuzatish mumkin. Bu tushuncha modellashtirish deyiladi.

Model so'zi lotincha modulus so'zidan olingan bo'lib, o'lchov, me'yor degan ma'noni anglatadi.

Iqtisodiy model iqtisodiy obyektlarning soddalashtirilgan nusxasidir. Bunda modelning hayotiyliigi, uning modellashtiriladigan obyektga aynan mos kelishi muhim ahamiyatga egadir. Lekin yagona modelda o'rganilayotgan obyektning hamma tomonini aks ettirish mumkin. Shunda jarayonning eng xarakterli va eng muhim belgilari aks ettiriladi. Demak, modelning haqiqiyliigi ma'lumotlar hajmiga, aniqlik darajasiga, tadqiqotchining malakasiga va modellashtirish jarayonida aniqlanadigan masalaning xarakteriga bog'liq ekan. Shuni ham unutmaslik kerakki, juda soddalashtirilgan model quyidagi talablarga to'la javob bermaydi va aksincha, murakkab model esa uni yechish jarayonida qiyinchiliklar tug'diradi.

Iqtisodiy-matematik modellarni tuzish bir qancha bosqichlardan tashkil topadi. Ularni alohida ko'rib chiqaylik:

**Birinci bosqich.** Iqtisodiy jarayon har tomonlama nazariy sifat jihatdan tahlil qilinadi va uning parametrlari, ichki va tashqi informatsion aloqalar, ishlab chiqarish resurslari, rejalashtirish davri kabi ko'rsatkichlar aniqlanadi.



Ikkinchi bosqich. Bu bosqichda izlanayotgan noma'lum o'zgaruvchilar nima, qanday maqsadni ko'zda tutadi, natija nimalarga olib keladi kabi savollar aniqlangan bo'lishi kerak.

Uchinchi bosqich. Modellashtirilayotgan jarayonning iqtisodiy-matematik modeli tenglamalari va tengsizliklar tizimi shaklida ifodalanadi.

To'rtinchi bosqich. Ko'rilgan iqtisodiy-matematik modelning miqdor yechimini aniqlaydigan usul tanlanadi.

Beshinchi bosqich. Masalani yechish uchun kerak bo'lgan barcha iqtisodiy ma'lumotlar to'planadi.

Oldinchi bosqich. Olingan ma'lumotlar statistik tahlil qilinib, EHMda tanlangan usul orqali qo'yilgan vazifa yechiladi.

Yettinchi bosqich. Olingan natija iqtisodiy tahlil qilinadi va optimal variant tanlanadi.

Yuqorida sanab o'tilgan bosqichlar bir-biri bilan chambarchas bog'liq va biri ikkinchisini to'ldirib, yagona maqsadni amalga oshirish uchun xizmat qiladi.

Shuni eslatib o'tish kerakki, masalani elektron hisoblash mashinalari orqali hal etish uchun standart dasturlar bo'lishi kerak, agar unday dasturlar bo'lmasa, ularni tuzishga to'g'ri keladi.

## 1.2. Optimal programmashtirish usulining asosiy masalalari

### 1.2.a. Chiziqli programmashtirish usulini asosiy masalasining qo'yilishi

Har bir ishlab chiqarish jarayonining matematik modelini formula orqali ifodalash mumkin. Masalan, bir nechta tarmoqlarda ( $j=1,2,...n$ ) korxonalar bor. ( $i=1,2,...m$ ). Ularning har biri  $X_{ij}$  mahsulot chiqaradi. Mahsulotlarining birligidan olinadigan daromadni  $C_{ij}$  bilan belgilaymiz. Undan keyin yalpi daromadni  $\sum \sum C_{ij} X_{ij}$  ni hisoblash mumkin. Maqsad, shu daromadni, albatta, iloji boricha ko'p olish kerak. Ya'ni  $\sum \sum C_{ij} X_{ij} \rightarrow \max$ , maksimumga intiladi.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij} \rightarrow \max$$

- Bu maqsad funksiyani hisoblash formulasini ifodalaydi.

Bu maqsadga yetish uchun bir nechta shartlar bajarilishi kerak.

Ya'ni:

1) ishlatiladigan resurslar korxonada resurslar zaxirasidan ko'p bo'lishi mumkin emas.

$a_{ij}x_{ij} \leq b_{ij}$  bu yerda  $a_{ij}$  - har bitta mahsulotga  $i$  korxonada  $j$  - tarmoqda ketadigan xarajat normativlari.

2)  $x_{ij} \geq 0$  Shu ketishda, bu chiziqli programmashtirishning umumiy masalasini yozib chiqdik:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min(\max)$$

$$a_{ij}x_{ij} \leq b_{ij}$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Chiziqli programmashtirishning umumiy masalasi ikkita usul yordamida hal etilmoqda. Bulardan birinchisi - simpleks usuli yoki rejani ketma-ket yaxshilash usulidir.

Ikkinchi usul bu taqsimlash usulidir. Chiziqli programmashtirishning bu usulida bajariladigan asosiy vazifa transport masalasi hisoblanadi. Taqsimot usuli yuk tashishni samarali tashkil etishda qo'llanilgan, shuning uchun keyinchalik bu masalani transport masalasi deb ko'rib chiqamiz.

Agar noma'lum o'zgaruvchilar  $m$  shartlarida, tengsizliklar soni  $n$  ga teng bo'lsa, bunday masalada bitta optimal yechimi bo'ladi.

Ko'pincha,  $m < n$  tenglamalar sistemasi ko'riladi. Bunday masalada bir nechta yechim bor. Bizning asosiy vazifamiz bir nechta yechimdan optimal yechimni topishdir.

Kasr - chiziqli programmashtirish.

Bu usul matematik programmashtirishning bir bo'limi bo'lib, quyidagi ko'rinishda ekstremal masalalarni tekshiradi.

$F(x)$  max

Shartlar bo'yicha

$g(x) \leq b, x \geq 0$

Bu yerda  $F(x)$  maqsad funksiyasini bildiradi.  $U$  - kasr chiziqli funksiya orqali ifodalanadi.

-  $g(x)$  shartlar funksiyasi.

-  $b$  chegaralanish vektori.

Bu masalada maqsad funksiyasi chiziqli usulda yozilsa, shartlar tizimi kasr chiziqli usulda yozilishi mumkin.

Bütün sonli programmashtirish. Bu turdagi programmashtirish chiziqli programmashtirishning bir ko'rinishidir. Bunda masalaning bajarilishi mumkin bo'lgan shartlariga yana bitta shart, ya'ni o'zgaruvchilar



faqatgina butun sonli qiymatlarni qabul qilishi sharti qo'shiladi. Chunki ayrim masalalarning mohiyatiga ko'ra, o'zgaruvchilar faqatgina butun son bo'lgandagina ma'noga ega bo'ladi. Masalan, avtomobillarning reyslari, korxonaning stol, stul ishlab chiqarishi, korxonani joylashtirish va h.k.

### 1.2.b. Chiziqsiz programmalashtirish masalalarining turlari va ularning qo'llanilishi

Matematik programmalash masalasi deganda umumiy holda funksiya

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ =, > \} b_i, i=1, m \quad (1)$$

munosabatlarni qanoatlantiruvchi va  $Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  funksiyani maksimum, minimumga aylantiruvchi  $x_1, x_2, \dots, x_n$  noma'lumlarning qiymatlarini topish masalasi nazarda tutiladi. Bu masala shartlarini qisqacha shunday yozish mumkin.

$$cd'' b_i, i=1, m \quad (2)$$

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \max(\min)$$

Bu yerda  $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  va  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  berilgan funkiyalar  $b_i, i=1, m$  lar o'zgaruvchilar sonlar, (1) shartlar masalaning chegaraviy shartlari,  $Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  funksiya esa maqsad funksiyasi deb ataladi. (1) dagi har bir munosabat uchun  $=, >$  belgilardan faqat bittasi o'rinli bo'ladi va shu bilan bir qatorda turli munosabatlarga to'la belgilar mos bo'lishi mumkin.

Ayrim chiziqsiz programmalash masalalarida  $x_1, x_2, \dots, x_n$  o'zgaruvchilarning ba'zilariga yoki hammasiga manfiy bo'lmaslik sharti qo'yilgan bo'ladi. Ba'zi masalalarda esa noma'lumlarning bir qismi (yoki hammasi) butun bo'lishligi talab qilinadi. (1) (2) masaladagi hamma  $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  va  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  chiziqli funksiya bo'lgan holda barcha o'zgaruvchilarning nomanfiy bo'lishligi talab qilinsa, bu masala chiziqli programmalash masalasi bo'ladi. Aksincha, agar bu funksiyalardan kamida bittasi chiziqsiz funksiya bo'lsa, masala chiziqsiz programmalash masalasi deyiladi.

(1) (2) masalada  $M=0$  bo'lsa, ya'ni chegaraviy shartlar qatnashmasa, u shartsiz optimallashtirish masalasi deyiladi. Bu holda masala quyidagicha yoziladi:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \max(\min) \quad (4)$$

bu yerda  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$   $n$  o'lchovli vektor (nuqta),  $E_n$   $n$  o'lchovli Yevklid fazosi, ya'ni vektorlarni qo'shish, songa ko'paytirish va ikki vektorning skalyar ko'paytmasi amallari kiritilgan  $n$  o'lchovli  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  vektorlar (nuqtalar) to'plamidir.



Faraz qilaylik (1) sistema faqat tenglamalar sistemasidan iborat bo'lib, noma'lumlarga no'manfiy bo'lishlik sharti qo'yilmasin hamda  $m < n$  bo'lib,  $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  funksiyalar uzluksiz va kamida ikkinchi tartibli xususiy hosilaga ega bo'lsin. Bu holda chiziqsiz programmalash masalasi quyidagi ko'rinishda yoziladi.

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_i \quad (i=1, m) \quad (5)$$

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \max(\min) \quad (3)$$

Bunday masalalarning chegaraviy shartlari tenglamalardan iborat bo'lgan shartli maksimum (minimum) masalasi deyiladi. (4), (5), (3) ko'rinishdagi masalalarni differensial hisobga asoslangan klassik usullar bilan yechish mumkin bo'lgani uchun, ularni optimallashtirishning klassik masalalari deyiladi.

Agar (1) sistemadagi hamma munosabatlar tengsizliklardan iborat bo'lsa, hamda ularning ba'zilariga, ba'zilariga esa belgilar mos kelsa, bu tengsizliklarni osonlik bilan bir xil ko'rinishga keltirish mumkin. Bundan tashqari

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \max$$

shartni

$$-f(x_1, x_2, \dots, x_n) \min$$

ko'rinishda yozish mumkin. Shuning uchun umumiylikni buzmasdan, shartlari tengsizlikdan iborat bo'lgan chiziqsiz programmalash masalasini quyidagicha yozish mumkin.

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i \quad (i=1, m) \quad (6)$$

$$x_j \geq 0, \quad (j=1, n) \quad (7)$$

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \min \quad (8)$$

Noma'lumlarning nomanfiylik sharti (7) qatnashmagan masalalarga bunday shartni osonlik bilan qo'yish mumkin.

Ba'zi hollarda masalaning (1) shartidagi ayrim munosabatlar tenglamalardan, ayrimlari esa tengsizliklardan iborat bo'lishi mumkin. Bunday masalalarni shartlari aralash belgili bo'lgan minimum masalasi ko'rinishicha keltirib yozish mumkin:

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i \quad (i=1, m_1) \quad (9)$$

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_i \quad (i=m_1+1, m) \quad (10)$$

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \min \quad (11)$$

Bunda (9) (10) munosabatlar chegaraviy shartlardan iborat bo'lib, noma'lumlarning nomanfiy bo'lishlik shartini ham o'z ichiga oladi.

Endi quyidagi ko'rinishda berilgan masalani ko'ramiz:

$$g_i(x) = g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad b_i \quad (i=1, m) \quad (12)$$

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in E_n \quad (13)$$

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \min \quad (14)$$

Bu masala chekli o'lchovli chiziqsiz programmalash masalasining umumiy ko'rinishidan iborat bo'lib, bunda  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  - maqsad funksiyasi  $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  chegaraviy funksional  $G$ - masalaning aniqlanish sohasi,  $G$  to'plamning nuqtalari masalaning tanlari deb, (12) (14) masalaning mumkin bo'lgan tani deb ataladi.

Chiziqsiz programmalashda lokal va global optimal tan tushunchasi mavjud bo'lib, ular quyidagicha ta'riflanadi.

Faraz qilaylik,  $x^*$  nuqta (12), (14) masalaning mumkin bo'lgan tani va uning kichik  $\Sigma(x^*) \in G$  dan iborat bo'lsin. Agar

$$f(x^*) \leq f(x^*) [f(x^*) \geq f(x^*)] \quad (15)$$

tengsizlik ixtiyoriy  $X \in \Sigma(x^*)$  uchun o'rinli bo'lsa  $x^*$  tan (15) maqsad funksiyaga lokal minimum (maksimum) qiymat beruvchi lokal optimal tan deb ataladi.

Agar tengsizlik  $f(x^*) \leq f(x^*) [f(x^*) \geq f(x^*)]$  ixtiyoriy  $XG$  uchun o'rinli bo'lsa,  $x$  tan (15) maqsad funksiyaga global (absolut) minimum (maksimum) qiymat beruvchi global optimal tan yoki global optimal yechim deb ataladi.

Yuqoridagi (6), (9), (11) masalalarni yechish uchun chiziqli programmalashdagi simpleks usulga o'xshagan universal usul kashf qilinmagan.

Bu masalalar  $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  va  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  lar ixtiyoriy chiziqsiz funksiyalar bo'lgan hollarda juda kam o'rganilgan.

Hozirgi davrgacha eng yaxshi o'rganilgan chiziqsiz programmalash masalalari  $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  va funksiyalar qavariq (botiq) bo'lgan masalalardir.

Bunday masalalar qavariq programmalash masalalari deb ataladi.

Qavariq programmalash masalasining asosiy xususiyatlari shundan iboratki, ularni har qanday lokal optimal yechimi global yechimdan iborat bo'ladi.

Iqtisodiy amaliyotda uchraydigan ko'p masalalarda  $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  funksiyalar chiziqli bo'lib  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  maqsad funksiyasi kvadratik formada

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{j=1}^n j_j x_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_i x_j$$

bo'ladi. Bunday masalalar kvadratik programmalash masalalari deb ataladi yoki chegaraviy shartlar yoki maqsad funksiyasi yoki ularning har ikkisi  $n$  ta funksiyalarning yig'indisidan iborat, ya'ni



$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = g_{i1}(x_1) + g_{i2}(x_2) + \dots + g_{in}(x_n) \quad (16)$$

va

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = f_1(x_1) + f_2(x_2) + \dots + f_n(x_n) \quad (17)$$

bo'lgan masalalar separabel programmalash masalalari deb ataladi. Kvadratik va separabel programmalash masalalarini yechish uchun simpleks usulga asoslangan taqribiy usullar yaratilgan. Chiziqsiz programmalash masalalarini, jumladan kvadratik programmalash masalasini takribiy yechish usullaridan biri gradiyent usulidir. Gradiyent usulni har qanday chiziqsiz programmalash masalasini yechishga qo'llash mumkin. Lekin bu usul masalaning lokal optimal yechimlarini topishini nazarga olib, qavariq programmalash masalalarini yechishga qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Chiziqsiz programmalashga doir bo'lgan ishlab chiqarishni rejalashtirish va resurslarni boshqarishda uchraydigan muhim masalalardan biri stoxastik programmalash masalalaridir. Bu masalalardagi ayrim parametrlar noaniq yoki tasodif miqdorlardan iborat bo'ladi.

Yuqorida aytib o'tilgan har qanday chiziqli va chiziqsiz programmalash masalalarini hamda barcha parametrlari vaqtincha bog'liq ravishda o'zgaruvchan masalalarni statik masalalar deb ataymiz. Parametrlari o'zgaruvchan miqdor bo'lib, ular vaqtning funksiyasi deb qaralgan masalalar dinamik programmalash masalasi deyiladi. Bunday masalalarni yechish usullarini o'z ichiga olgan matematik programmalashning tarmog'ini, dinamik programmalash deb ataymiz. Dinamik programmalashning usullarini faqat dinamik programmalash masalalarini yechishda emas, balki ixtiyoriy chiziqsiz programmalash masalalarini yechishda ham qo'llash mumkin.

### ***1.1.3. Ikkilangan masalalarning iqtisodiy ma'nosi***

Har qanday chiziqli programmalash masalasi ikkilangan masala, deb ataluvchi boshqa bir masala bilan uzviy bog'liq bo'ladi. Masalalar orasidagi bog'lanish shundan iboratki, ulardan ixtiyoriy birining yechimini ikkinchisining yechimidan foydalanib aniqlash mumkin. O'zaro bog'liq bo'lgan bunday masalalarni birgalikda ikkilangan masalalar deb ataymiz.

Misol sifatida ishlab chiqarishni rejalashtirish masalasini ko'ramiz. Korxonada  $n$  xil mahsulot ishlab chiqarilsin. Bu mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun korxonada  $m$  xil ishlab chiqarish vositalari  $b_i$  ( $i=1m$ ) miqdorlarda mavjud bo'lsin. Har bir  $j$  xil ( $j=1n$ ) mahsulotning bir birlikni ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan  $i$ -vositasining miqdori  $A_{ij}$  birlikni tashkil qilsin. Ishlab chiqarishni shunday rejalashtirish kerakki, natijada



chegaralangan vositalardan foydalanib pul ifodasida ( $y$ ) maksimal mahsulot ishlab chiqarilsin.

Ishlab chiqarilishi kerak bo'lgan  $j$ - xil mahsulotning miqdorini  $x_j$  bilan belgilaymiz. U holda masalaning matematik modeli quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{cases} \quad (1)$$

$$x_j \geq 0, (j = \overline{1, n}) \quad (2)$$

$$Y_{\max} = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (3)$$

Endi mahsulot ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan vositalarni baholaymiz. Vositalarning bahosi va ishlab chiqariladigan mahsulotning bahosi bir xil o'lchov birligiga ega deb faraz qilamiz.  $\omega_i (i = \overline{1, m})$  bilan  $i$ -xil vositaning bir birligining bahosini belgilaymiz. U holda barcha  $j$ -xil mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan ishlab chiqarish vositalarining bahosi  $\sum_{j=1}^n a_{ij}\omega_i$  birlikni tashkil qiladi. Sarf qilingan barcha vositalarning bahosi ishlab chiqarilgan mahsulot bahosidan oshmasligi kerak, ya'ni

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}\omega_i \geq C_j, (j = \overline{1, 2, \dots, n})$$

Barcha mavjud vositalarning bahosi  $\sum_{j=1}^m b_j\omega_i$  orqali ifodalanadi. Shunday qilib, berilganlarining (1) - (2) masalaga ikkilangan masalaning matematik modeli quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{cases} a_{11}\omega_1 + a_{12}\omega_2 + \dots + a_{1n}\omega_n \leq c_1 \\ a_{21}\omega_1 + a_{22}\omega_2 + \dots + a_{2n}\omega_n \leq c_2 \\ a_{m1}\omega_1 + a_{m2}\omega_2 + \dots + a_{mn}\omega_n \leq c_m \end{cases} \quad (4)$$

$$Z_{\min} = b_1\omega_1 + b_2\omega_2 + \dots + b_m\omega_m \quad (5)$$

Berilgan masala va unga ikkilangan masala iqtisodiy nuqtai nazardan quyidagicha interpretatsiya qilinishi mumkin:

#### Berilgan masala.

Chegaralangan  $b_i$  ( $i=1, m$ ) vositalardan foydalanib qaysi mahsulotdan qancha ( $x_j$ , ( $j=1, n$ )) ishlab chiqarilganda (mahsulotning  $c_j$ , ( $j=1, n$ ), bahosi berilganda ishlab chiqarilgan barcha mahsulotlarning pul ifodasi maksimal bo'ladi.

#### Ikkilangan masala.

Chegaralangan  $b_i$  ( $i=1, m$ ) vositalardan foydalanib, mahsulot birligining  $C_j$  ( $j=1, n$ ) bahosi berilganda umumiy xarajatning pul ifodasi umumiy xarajatning pul ifodasi minimal bo'lishi uchun har bir birlik vositaning bahosi ( $i=1, m$ ) qanday bo'lishi kerak.

Ikkilangan masaladagi o'zgaruvchilar  $i$ - vositaning bahosi deb ataladi.

Ko'rinadiki, berilgan va ikkilangan masalalarning matematik modellari orasida o'zaro bog'lanish bor. Berilgan masaladagi koeffitsiyentlardan tashkil topgan A matritsa ikkilangan masalada transponirlangan matritsa bo'ladi, berilgan masaladagi chiziqli funktsiyaning  $C_j$  koeffitsiyentlari ikkilangan masalada ozod hadlardan, berilgan masala shartlaridagi ozod hadlar ikkilangan masalaning chiziqli funktsiyasining koeffitsiyentlaridan iborat bo'ladi.

Masalalar berilishiga qarab, simmetrik va simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalarga bo'linadi.

#### **Simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalar**

Simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalarda berilgan masaladagi chegaralovchi shartlar tenglamalardan, ikkilangan masaladagi chegaralovchi shartlar esa tengsizliklardan iborat bo'ladi. Masalan, simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalarning matritsali ifodasi quyidagicha bo'ladi.

#### Berilgan masala:

$$AX=b \quad (1)$$

$$X \geq 0 \quad (2)$$

$$Y_{\min} = CX \quad (3)$$

ya'ni (1) va (2) shartlarni qanoatlantiruvchi shunday  $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$  vektor uchun topish kerakki, u (3) chiziqli funktsiyaga minimal qiymat bersin.

### Ikkilangan masala:

$$WA \leq C \quad (4)$$

$$Z_{\max} = WB \quad (5)$$

ya'ni (4) shartlarni qanoatlantiruvchi shunday  $W = (\omega_1, \dots, \omega_m)$  vektor qatorni topish kerakki, u (5) chiziqli funksiyaga maksimal qiymat bersin.

Ikkala masalada ham  $S = (S_1, S_2, \dots, S_n)$  vektor qator,  $b = (b_1, b_2, \dots, b_m)$  vektor ustun,  $A = (a_{ij})$  chegaralovchi shartlarning koeffitsiyentlaridan tashkil topgan matritsadir. Bu masalalarning optimal yechimlari o'zaro quyidagi teorema asosida bog'langan.

**Teorema.** Agar berilgan masala yoki unga ikkilangan masaladan birortasi optimal yechimga ega bo'lsa, u holda ikkinchisi ham yechimga ega bo'ladi hamda bu masalalardagi chiziqli funksiyalarning ekstremal qiymatlari o'zaro teng bo'ladi, ya'ni:

$$Y_{\min} = Z_{\max} \quad (6)$$

Agar bu masalalardan birining chiziqli funksiyasi chegaralanmagan bo'lsa, u holda ikkinchi masala ham hech qanday yechimga ega bo'lmaydi.

### **Simmetrik ikkilangan masalalar**

Simmetrik ikkilangan masalalarning simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalardan farqi shundaki, berilgan va ikkilangan masaladagi chegaralovchi shartlar tengsizliklardan iborat bo'ladi va ikkilangan masaladagi noma'lumlarga manfiy bo'lmashlik sharti qo'yiladi.

### Berilgan masala.

$$AX \geq b \quad (1)$$

$$X \geq 0 \quad (2)$$

$$Y_{\min} = CX \quad (3)$$

(1) va (2) shartlarni qanoatlantiruvchi shunday  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  vektor ustunni topish kerakki, u (3) chiziqli funksiyaga minimal qiymat bersin.

### Ikkilangan masala.

$$WA \leq C \quad (4)$$

$$W \geq 0 \quad (5)$$

$$Z_{\max} = Wb \quad (6)$$

(4) va (5) shartlarni qanoatlantiruvchi shunday  $W = (\omega_1, \dots, \omega_m)$  vektor topish kerakki, u (6) chiziqli funksiyaga maksimal qiymat bersin. Tengsizliklar



sistemasini qo'shimcha o'zgaruvchilar yordami bilan tenglamalar sistemasiga aylantirish mumkin. Shuning uchun simmetrik ikkilangan masalalarni simmetrik bo'lgan ikkilangan masalaga aylantirish mumkin. Demak, simmetrik bo'lgan ikkilangan masalalarning yechimlari haqidagi teorema simmetrik ikkilangan masalalar uchun ham o'z kuchini saqlaydi.

### Ikkilangan masalalarning matematik modellari

Yuqoridagilardan xulosa qilib, ikkilangan masalalarning matematik modellarini quyidagicha ifodalash mumkin.

#### Simmetrik bo'lgan ikkilangan masalalarda:

| 1 Berilgan masala. | Ikkilangan masala. |
|--------------------|--------------------|
| $AX = b$           | $WA \leq C$        |
| $X \geq 0$         | $Z_{max} = Wb$     |
| $Y_{min} = CX$     |                    |
|                    |                    |
|                    |                    |
| 2 Berilgan masala. | Ikkilangan masala. |
| $AX = b$           | $WA \leq C$        |
| $X \geq 0$         | $Z_{min} = Wb$     |

#### Simmetrik ikkilangan masalalarda:

| 3 Berilgan masala: | Ikkilangan masala. |
|--------------------|--------------------|
| $AX \geq b$        | $WA \leq C$        |
| $X \geq 0$         | $W \geq 0$         |
| $Y_{min} = CX$     | $Y_{max} = Wb$     |
|                    |                    |
| 4 Berilgan masala. | Ikkilangan masala. |
| $AX \leq b$        | $WA \geq C$        |
| $X \geq 0$         | $W \geq 0$         |
| $Y_{max} = CX$     | $Y_{min} = Wb$     |

Misol tariqasida quyidagi masalaga ikkilangan masala tuzamiz.

Masalaning shartlari tengsizliklardan iborat, demak, berilgan masalaga simmetrik bo'lgan ikkilangan masala tuzish kerak. Buning uchun berilgan masalani 3-formaga keltirish kerak, bunga erishish uchun 1-tengsizlikni -1 ga ko'paytirib chiqish kerak. Natijada quyidagi simmetrik ikkilangan masalalarni hosil qilamiz.

Berilgan masala:

$$\begin{cases} x_1 - x_2 - x_3 \leq 4 \\ x_1 - 5x_2 + x_3 \geq 5 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 \geq 6 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0$$

$$j = 1, 2, 3$$

$$Y_{\max} = 2x_1 + x_2 + 5x_3$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + x_3 \geq -4 \\ x_1 - 5x_2 + x_3 \geq 5 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 \geq 6 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0$$

$$j = 1, 2, 3$$

$$Y_{\min} = 2x_1 + x_2 + 5x_3$$

Ikkilangan masala.

$$\begin{cases} -\omega_1 + \omega_2 + 2\omega_3 \leq 2 \\ \omega_1 - 5\omega_2 - \omega_3 \leq 1 \\ \omega_1 + \omega_2 + 3\omega_3 \leq 5 \end{cases}$$

$$\omega_i \geq 0$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$Z_{\max} = -4\omega_1 + 5\omega_2 + 6\omega_3$$

### Tayanch iboralar

Iqtisodiyot iyerarxik tizim, iqtisodiyot murakkab tizim, iqtisodiy-matematik model, optimal rejalarini baholash, model, matematik amallarning fizikaviy modeli, ABS, Analog, model turlari, modellar klassifikatsiyasi, ekonometriya.

### Xulosa

Matematikaning iqtisodiyotda qo'llanishi va iqtisodiy masalalarni matematika tilida ifodalash natijasida «Iqtisodiy matematik modellar va usullar» (IMM) fani yuzaga keldi. Bu fan butun dunyodagi iqtisodiy sistemalarning turli yo'nalishlarini matematik modellar yordamida tahlil etishni o'rgatadi. IMM yordamida moddiy, mehnat va pul resurslaridan oqilona foydalaniladi hamda iqtisodiy va tabiiy fanlarning rivojlanishida

yetakchi vosita bo'lib xizmat qiladi, tuzilgan prognozlarga ayrim tuzati kiritish mumkin. Talabalar model, modellashdirish, model bosqichlari, model turlari bilan tanishib, qanday model tuzishga qolishadi, bu ularni ijobiy qobiliyatlarini namoyon etishga chorlay

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Matematik model ta'rifini ifodalang.
2. Matematik model va boshqarishning bog'lanishini ifodalaysiz?
3. Chiziqli programmalashtirishning ta'rifini ifodalay olasiz?
4. Yechim turlarini ifodalang.
5. Qanday masalalar chiziqli masalalar hisoblanadi?
6. Qanday masalalar chiziqsiz masalalar hisoblanadi.
7. Qanday ko'rinishdagi yechimlarni bilasiz?



## § 2. IQTISODIY-MATEMATIK MODELLASHTIRISHNING AHAMIYATI VA AFZALLIGI

- 2.1. Bozor sharoitida modellashtirishning ahamiyati.
- 2.2. Model turlari. Iqtisodiy-matematik masalalarning tasnifi.
- 2.3. Modellashtirish bosqichlari.

### 2.1. Bozor sharoitida modellashtirishning ahamiyati.

Kuzatilayotgan obyektlarni chuqur va har tomonlama o'rganish maqsadida tabiatda va jamiyatda ro'y beradigan jarayonlarning modellari yaratiladi. Buning uchun obyektlar hamda ularning xossalari kuzatiladi va ular to'g'risida dastlabki tushunchalar hosil bo'ladi. Bu tushunchalar oddiy so'zlashuv tilida, turli rasmlar, sxemalar, belgilar, grafiklar orqali ifodalanishi mumkin. Shu tushunchalar model deb aytiladi. Keng ma'noda model biror obyekt yoki obyektlar sistemasining namunasidir. Model tushunchasi biologiya meditsia, fizika va boshqa fanlarda ham qo'llanadi.

Modelning hayotiyliigi uning modellashtiriladigan obyektga qanchalik mos kelishiga bog'liq. Bitta modelda obyektning hamma tomonini aks ettirish qiyin bo'lganligidan, unda obyektning eng xarakterli va muhim belgilarigina aks ettiriladi. Shuni ham ta'kidlab o'tish kerakki, ortiqcha soddalashtirilgan model qo'yilgan talablarga yaxshi javob bera olmaydi. O'ta murakkab model esa masalani yechish jarayonida qiyinchiliklar tug'diradi.

Ifodalangan model yordamida kuzatilayotgan obyektни bilish modellashtirish deyiladi. Modellashtirish jarayonining sxemasi quyidagicha:

| OBJEKT | KUZATUVCHI | MAQSAD | MODEL |
|--------|------------|--------|-------|
|--------|------------|--------|-------|

Bu sxemani asosiy bloki "maqsad" bloki hisoblanadi, chunki qo'yilgan maqsadga ko'ra bitta obyektни har xil modellari tuzilishi mumkin. Obyekt sifatida biror bir korxonani olsak, agar kuzatuvchining maqsadi bu obyektning ishlab chiqarish jarayonini o'rganish bo'lsa, bu holda modelni parametrlariga korxonani quvvati, ishlab chiqarish omillari, xom ashyo, ishchilar soni, asosiy fondlar, ishlab chiqarish programmasi va h.k.lar kiradi va model ishlab chiqarish funksiyasi ko'rinishida ifodalanadi.

Agar kuzatuvchining maqsadi shu korxoning sotsial tomonlarini o'rganish bo'lsa, unda sotsiologik-matematik model tuzilib xususiy usullar

bilan yechiladi. Parametrlar sifatida; ishchilarning soni, turmush darajasi, oladigan daromadi, ish sharoitlari, demografik strukturasi va parametrlar qo'llanadi.

Agar kuzatuvchini ekologiya muammolari qiziqтира, unda tabiatning zararlanishi, sarflangan suv miqdori, ishlab chiqarish programmasi va hokazo parametrlar sifatida qo'llanib ekologik-matematik modellar tuziladi.

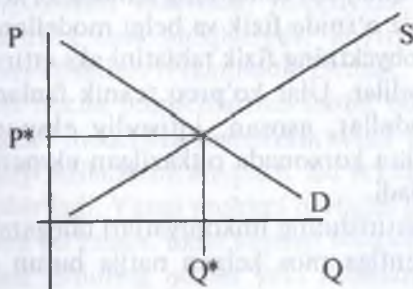
Modellashtirishning universal usul sifatida boshqa usullarga qaraganda afzalligi nimadan iborat?

I. Avvalo, modellashtirish katta va murakkab sistemani oddiy model yordamida ifodalashga imkoniyat beradi. Masalan, milliy iqtisodiyot bu o'ta murakkab sistema. Uni oddiy qora yashik sxemasi orqali ifodalash mumkin.

|                                          |                     |                       |
|------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Material res<br>Manba res<br>asosiy fond | Ishlab<br>chiqarish | milliy daromad        |
|                                          |                     | pirovard mahsulot     |
|                                          |                     | yalpi milliy mahsulot |

yoki:  $F = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$

Bozor mexanizmini grafik usulda tasvirlash mumkin.



Albatta, bu yerda ko'p muammolar tug'iladi. Masalan, qanchalik modelni soddalashtirish mumkin. O'ta soddalashtirgan model qo'yilgan talablarga javob bermasligi mumkin va uning yordamida qilingan hisoblar noto'g'ri chiqishi mumkin. O'ta murakkab model, masalani yechish jarayonida ko'p qiyinchiliklar tug'diradi. Shuning uchun modelga faqat obyektning eng asosiy xarakterli, muhim omillari kirishi zarur.

II. Model tuzilishi bilan kuzatuvchiga eksperimentlar qilish uchun keng maydon tug'iladi. Modelning parametrlarini bir necha marta o'zgartirib obyekt faoliyatining eng optimal holatini aniqlab undan keyin hayotda



qo'llash mumkin. Real obyektlar ustida eksperiment qilish ko'plab xatolarga va katta xarajatlarga olib kelishi mumkin.

III. Model, noshakl sistemani, matematik formulalar yordamida shakllantirishga imkoniyat beradi va EHMLar yordamida sistemani boshqarishga yordam beradi.

IV. Modellashtirish o'rganish va bilish jarayonini kengaytiradi. Model hosil qilish uchun obyekt har tomonlama o'rganiladi, tahlil qilinadi. Model tuzilganidan so'ng uning yordamida obyekt to'g'risida yangi ma'lumotlar olish mumkin. Shunday qilib, bilim jarayoni to'xtovsiz jarayonga aylanadi.

## 2.2. Model turlari. Iqtisodiy-matematik masalalarning tasnifi

Hamma modellarni 2 turga bo'lish mumkin: Material modellar va ideal modellar.

Birinchi modellar real obyektlarni tabiiy va sun'iy materiallar yordamida aks ettiradi: bo'r bilan doskada, karton bilan maket tuzish, qalam bilan formula yozish, metaldan aviamodel tuzish va h.k.

Ikkinchi (ideal) modellar odamning fikrlash jarayoni bilan chambarchas bog'langandir. Bunday modellar bilan operatsiyalar miyada amalga oshiriladi. Misol qilib, hayvonlarning harakatini keltirish mumkin.

Material modellar o'z o'rnida fizik va belgi modellardan iborat.

Fizik modellar real obyektning fizik tabiatini aks ettiradilar va asosan fizik xossalarini ifodalaydilar. Ular ko'proq texnik fanlarda qo'llaniladi. Iqtisodiyotda fizik modellar, asosan, iqtisodiy eksperiment sifatida qo'llaniladi. Masalan, bitta korxonada o'tkazilgan eksperiment natijalari butun tarmoqqa ko'chiriladi.

Lekin fizik modellashtirishning imkoniyatlari chegaralangan, chunki sistemaning bitta elementiga mos kelgan natija butun sistemaga mos kelavermaydi.

Belgi modellar har xil tillarda ifodalanishi mumkin: so'zlashuv tilida, algoritmik, grafik, matematik tilda.

Iqtisodiyotda eng keng qo'llaniladigan usullardan biri bu iqtisodiy-matematik modellardir. Matematik modellashtirish - iqtisodiy jarayonlarni tenglamalar, tengsizliklar, funksional, logik sxemalar orqali ifodalash deb tushiniladi. IMM o'z o'rnida funksional va struktur bo'lishi mumkin.

Funksional modellar kirish va chiqish parametrlarining bog'lanish funksiyalarini aks ettiradilar.



Struktur modellar murakkabroq bo'lib, tizimning ichki strukturasi ifodalab ichki aloqalarni aks ettiradi. Modellar statik va dinamik, chiziqli va nochiziqli, determinatsion va stoxastik va h.k. bo'lishi mumkin.

### 2.3. Modellastirish bosqichlari

Iqtisodiy-matematik modellarni tuzish bir nechta bosqichlardan tashkil topadi.

**Birinci bosqich** - iqtisodiy muammoning qo'yilishi va uning nazariy sifat jihatdan tahlilidir. Bu bosqichda iqtisodiy jarayon har tomonlama o'rganiladi, uning asosiy parametrlari aniqlanadi. Ichki va tashqi informatsion aloqalar, ishlab chiqarish resurslari, rejalashtirish davri. Bu bosqichda, asosan, muammoning asl ma'nosi ifodalanadi. Bunda qanday masalalarga javob topilishi kerakligini aniqlash kerak. Izlanayotgan noma'lum o'zgaruvchilar nima, qanday maqsadni ko'zda tutadi, natija nimalarga olib keladi kabi savollar aniqlanadi.

Modellastiriladigan iqtisodiy jarayonning optimallik mezonini aniqlanadi. Mezon-maqsad formulasi shaklida ifodalanadi.

**Ikkinchi bosqich** - matematik modelning tuzilishi.

Modellastirayotgan jarayonning iqtisodiy - matematik modeli tenglamalar, tengsizliklar sistemasi, funksiyalar shaklida ifodalanadi. Oldindan modelning turi aniqlanadi, keyin uni o'zgaruvchilari, parametrlari, aloqa shakllari o'rganiladi. Demak, matematik modelning qurilishini o'zi bir necha bosqichlardan iborat bo'ladi.

**Uchinchi bosqich** - modelning matematik tahlili. Bu bosqichning maqsadi modelning umumiy fazilatlarini aniqlash. Bu yerda modelning matematik usullari bilan tekshiriladi. Yangi yechimi borligini isbotlash. Agar modelni matematik yechimi bo'lmasa, unda keyingi bosqichlarni bajarish mumkin emas bo'lib qoladi. Shuning uchun yoki masalani iqtisodiy qo'yilishini o'zgartirish kerak yoki matematik ifodalashni yanada aniqroq qo'yilishi zarur bo'lib qoladi.

**To'rtinchi bosqich** - iqtisodiy ma'lumotlarni tayyorlash. Modellastirishda bu bosqichning ahamiyati juda muhim. Ma'lumotni real olinishi modellarning ishlatilishini cheklashtiradi. Shunda ma'lumotni tayyorlashga ketadigan xarajatlarni e'tiborga olish kerak. Bu xarajatlar modellastirish bergan samaradan kam bo'lishi zarur. Masalani yechish uchun kerak bo'lgan barcha iqtisodiy ma'lumotlar to'planadi va zarur bo'lsa statistik yo'l bilan qayta ishlanadi. Modelda qatnashadigan koeffitsiyentlar aniqlanadi. Masalani yechish uchun uning dastlabki matritsasi tuziladi.

**Beshinchi bosqich** - Algoritmnlarni tuzish, programmalarni tayyorlash va ular asosida masalani hisoblash va yechish. Bu bosqichning murakkabligi shundan iboratki, masala kattaligi uchun juda katta ma'lumot massivlarini qayta ishlashga to'g'ri keladi. Masalaning matritsasi iqtisodiy informatsiya bilan to'ldirilib kompyuterga kiritiladi.

**Oltinchi bosqich** - yechimning sonli tahlili va uning qo'llanishi.

Masalaning yechimi miqdor va sifat jihatidan tahlil qilinadi. Bu yerda ishlab chiqarish samardorligini oshirishning yo'llari, resurslardan optimal foydalanish variantlari, izlanayotgan noma'lumlarning sonli qiymatlari topiladi.

### **Tayanch iboralar**

Modellash jarayoni, iqtisodiy taraqqiyotlardagi ehtimolliklar imitatsion modellash, noaniqlik sharoitida modellash, algoritm, resurslar, dastur, mezon.

### **Xulosa**

Amaliyotda fizik modellar, belgi modellar, iqtisodiy-matematik modellar, funksional modellar, struktur modellardan foydalanish mumkin, lekin iqtisodiyotda, asosan, iqtisodiy-matematik modellardan foydalanish yaxshi natijalarga olib keladi. Modellashtirishda talabalar mezonlarni tanlashda mulohaza yuritishadi, tanlagan kasbini mukammal egallashga harakat qilishadi.

### **Takrorlash uchun savollar:**

1. Model va modellar jarayoni ma'nosi nimadan iborat?
2. Modellarning turlari.
3. Bozor iqtisodiyotida IMM larni qo'llashning o'ziga xosligi nimada?
4. Iqtisodiy-matematik modellashning bosqichlari?
5. Noaniqlik sharoitida modellashtirish qanday amalga oshiriladi?
6. Real obyektlar ustida eksperiment o'tkazish mumkinmi?

### § 3. DETERMINATSIYALANGAN VA STOXTASTIK IQTISODIY - MATEMATIK MODELLAR

#### 3.1. Determinatsiyalangan iqtisodiy modellar.

#### 3.2. Stoxastik iqtisodiy-matematik modellar.

#### 3.1. Determinatsiyalangan iqtisodiy modellar

Determinatsiyalangan oddiy modellar - iqtisodiy masalalarni yangilash (o'zgartirish) guruhining oddiy bir turidir. Bu turdagi modellarga korxonalarning ishlab chiqarish faoliyatidagi texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisoblashda ishlatiladigan analitik talaffuzli modellar kiradi.

I. Bunday modelga misol qilib to'qimachilik sanoatidagi ishlab chiqarishdagi mashinalarining unumdorlik tenglamasini olamiz ( $H_{kg}/soat$ );

$$H = 0,06\pi d n T K_n \quad (a).$$

Bu yerda  $d$  - ishlab chiqaradigan organining diametri, ( $M_{atr}$ );

$T$  - ishlab chiqarilgan mahsulotning chiziqli mustahkamligi;

$n$  - ishlab chiqariladigan organining aylanma chastotasi, min<sup>-1</sup>;

$K_n$  - foydali vaqt koeffitsiyenti.

Yuqorida keltirilgan formula faqatgina tikuv dastgohlariga emas, balki ximiyaviy tolalar ishlab chiqarishdagi sun'iy chirm ishlab chiqarish va hokazo dastgohlar uchun o'rinalidir.

Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, yozma ifodalaydigan modellar, ko'pincha optimizatsiyalashgan modellar tarkibiga uni tashkil qiluvchi asosiy qismiga kiradi. Bunday turdagi modelni quyidagi misolda ko'ramiz:

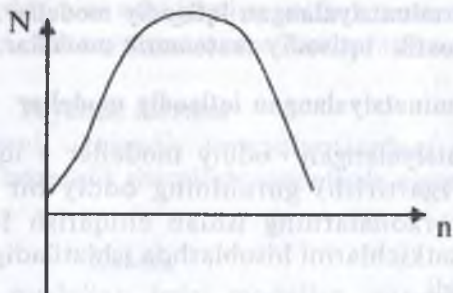
Determinatsiyalangan optimizatsiyali oddiy model - iqtisodiy - matematik modelning ko'p tarqalgan turi bo'lib, iqtisodchilarning tajriba faoliyatlarida ko'p ishlatiladi. Yuqorida ko'rilgan mashinalarning unumdorlik massasini qayta ko'ramiz.

II. Masalan: dastgohning ishlab chiqarilgan mahsulotining chiziqli mustahkamligi berilgan deylik, u holda bu dastgoh uchun  $T = \text{const}$ ,  $d = \text{const}$  deb qabul qilinadi:



Bu holda berilgan tenglamaning o'zgaruvchisi deb silindr aylanma chastotasi -  $n$  qabul qilinadi. Modelni soddalashtirish uchun, agar  $K$  foydali ish koeffitsientini  $n$  bilan funksional bog'liq deb, ya'ni  $K=F(n)$  bo'lsa, u holda  $N$  ham o'zgaradi.

Eksperimental ma'lumotlarga asosanib, dastgohlar unumdorligining aylanma chastotasi orasidagi egri chiziqli grafisini chizamiz (b rasm).



b rasm

Egri chiziqning grafida  
 $n' < n < n''$  intervaldagi analitik ko'rinishi

$$N = -an^2 + bn + c$$

kvadratik funksiyani ifodalaydi.

Bunday ishlab chiqarishning o'zgaruvchanligi to'qimachilik sanoatidagi barcha uskunalarga va yengil sanoat tikuv sexlaridagi uskunalarga taalluqlidir. Bunday holatdagi ishlab chiqarishning dinamikasi aylanma harakatining chastotasi o'sishi natijasida ma'lum bir nuqttagacha o'sadi va tez uzilishi sababli pasayadi.

Tahlil qilmay turib empirik egri chiziqning ekstremumga ega ekanligini bilib oldik, chunki uskunaning unumdorligi ekstremumga ega. Egri chiziq ekstremal egri chiziq bo'lgani uchun, shunday mahsulot ishlab chiqarish tezligini topish mumkinki, dastgohning unumdorligi eng katta qiymatga erishadi. Buning uchun tenglamani  $n$  bo'yicha differensiyalab, nolga tenglashtirib kritik nuqtaning absissasini aniqlaymiz :

$$\begin{aligned} \frac{dH}{dn} &= -2an + b; \\ -2an + b &= 0 \end{aligned} \quad (b)$$

Bundan:

$$n = b/2a \quad (v)$$

Aniqlab olingan o'zgaruvchi "n" ishlab chiqarish organining aylanma chastotasi oddiy sistemasi uchun optimizatsiyalashgan model hisoblanadi, chunki bunday qiymatda dastgoh eng yuqori maksimal ishlab chiqarishga erishadi.

Mashinaning ishlab chiqaruvchanligini amaliyotda qo'llash uchun uning (n) optimal qiymatini yozma model «a» ga qo'yamiz.

Natijada quyidagini hosil qilamiz:

$$N_{\max} = 003\pi db \text{ TK/a} \quad (g)$$

Shu tarzda yozma model tegishli o'zgarishlar natijasida optimizatsiyalashadi, optimal ko'rinishni qabul qildi.

III. Boshqa xil turdagi determinatsiyalashgan optimallashtiruvchi oddiy modellarga ehtiyojlarni optimal boshqarish hisoblanadi, unda mahsulotlarni yetkazib berish va xomashyolarni xarajatlarning optimal hajmining o'lchovi Q uchun aniqlanadi, xomashyolarni yetkazib berish va omborlarga saqlaydigan xarajatlardan tashkil topadi.

Bu model quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$Q = \sqrt{2PS1 / S2} \quad (d)$$

Bu yerda R - tashkilotning material "zaxiralariga" bo'lgan umumiy talabi (xom ashyo, yarim tayyor mahsulot) .

S1 - transport tayyorlov xarajatlari;

S2 - xarajatlar o'lchovining proporsionalligi.

Aytib o'tilgandek bunday oddiy modellarning kamchiligi ularda o'zgaruvchilarning bir-biri bilan bog'liq emasligi va teskari aloqada bo'lmasligidir.

Ma'lumki, ixtiyoriy iqtisodiy vaziyat o'zgaruvchilarning o'zi bilan uzviy bog'liq bo'lgan, iqtisodiy o'zgaruvchan sistemalarni ifodalaydi. Murakkab modelar bularni o'z tarkibida saqlaydi.

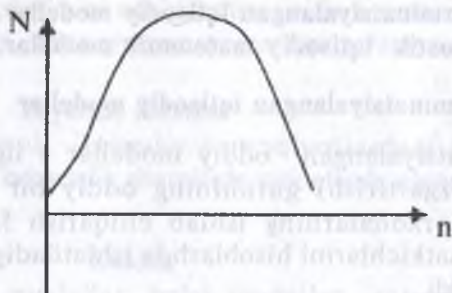
IV. Murakkab determinatsiyalangan yozma modellarga turli xildagi matritsali rejalashtirish modellari kiradi.

Texnologik sanoatning matritsali moliyaviy rejalar modeli hozirgi zamonda to'qimachilik sanoatida muvaffaqiyatli tarzda ishlatilmoqda. Murakkab modelga mahsulot ishlab chiqarish bilan uzviy bog'liq bo'lgan xarajat, ya'ni tarmoqlararo balans matritsali modeli kiradi. Boshqarish va rejalashtirish sistemasida tarmoqlararo balansning muhimligini hisobga olgan holda, uning modelini tuzish mumkin.

Tarmoqlararo balans sistemasi.

Bu holda berilgan tenglamaning o'zgaruvchisi deb silindr aylanma chastotasi -  $n$  qabul qilinadi. Modelni soddalashtirish uchun, agar  $K$  foydali ish koeffitsientini  $n$  bilan funksional bog'liq deb, ya'ni  $K=F(n)$  bo'lsa, u holda  $N$  ham o'zgaradi.

Ekspperimental ma'lumotlarga asosanib, dastgohlar unumdorligining aylanma chastotasi orasidagi egri chiziqli grafigini chizamiz (b rasm).



b rasm

Egri chiziqning grafigida  
 $n' < n < n''$  intervaldagi analitik ko'rinishi

$$N = -an^2 + bn + c$$

kvadratik funksiyani ifodalaydi.

Bunday ishlab chiqarishning o'zgaruvchanligi to'qimachilik sanoatidagi barcha uskunalarga va yengil sanoat tikuv sexlaridagi uskunalarga taalluqlidir. Bunday holatdagi ishlab chiqarishning dinamikasi aylanma harakatining chastotasi o'sishi natijasida ma'lum bir nuqtagacha o'sadi va tez uzilishi sababli pasayadi.

Tahlil qilmay turib empirik egri chiziqning ekstremumga ega ekanligini bilib oldik, chunki uskunaning unumdorligi ekstremumga ega. Egri chiziq ekstremal egri chiziq bo'lgani uchun, shunday mahsulot ishlab chiqarish tezligini topish mumkinki, dastgohning unumdorligi eng katta qiymatga erishadi. Buning uchun tenglamani  $n$  bo'yicha differensiyalab, nolga tenglashtirib kritik nuqtaning absissasini aniqlaymiz :

$$dH/dn = -2an + b;$$

$$-2an + b = 0 \quad (b)$$

Bundan:

$$n = b/2a \quad (v)$$



Aniqlab olingan o'zgaruvchi "n" ishlab chiqarish organining aylanma chastotasi oddiy sistemasi uchun optimizatsiyalashgan model hisoblanadi, chunki bunday qiymatda dastgoh eng yuqori maksimal ishlab chiqarishga erishadi.

Mashinaning ishlab chiqaruvchanligini amaliyotda qo'llash uchun uning (n) optimal qiymatini yozma model «a» ga qo'yamiz.

Natijada quyidagini hosil qilamiz:

$$N_{\max} = 003\pi db \text{ TK/a} \quad (g)$$

Shu tarzda yozma model tegishli o'zgarishlar natijasida optimizatsiyalashadi, optimal ko'rinishni qabul qildi.

III. Boshqa xil turdagi determinatsiyalashgan optimallashtiruvchi oddiy modellarga ehtiyojlarni optimal boshqarish hisoblanadi, unda mahsulotlarni yetkazib berish va xomashyolarni xarajatlarning optimal hajmining o'lchovi Q uchun aniqlanadi, xomashyolarni yetkazib berish va omborlarga saqlaydigan xarajatlardan tashkil topadi.

Bu model quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$Q = \sqrt{2PS1 / S2} \quad (d)$$

Bu yerda R - tashkilotning material "zaxiralariga" bo'lgan umumiy talabi (xom ashyo, yarim tayyor mahsulot) .

S1 - transport tayyorlov xarajatlari;

S2 - xarajatlar o'lchovining proporsionalligi.

Aytib o'tilgandek bunday oddiy modellarning kamchiligi ularda o'zgaruvchilarning bir-biri bilan bog'liq emasligi va teskari aloqada bo'lmasligidir.

Ma'lumki, ixtiyoriy iqtisodiy vaziyat o'zgaruvchilarning o'zi bilan uzviy bog'liq bo'lgan, iqtisodiy o'zgaruvchan sistemalarni ifodalaydi. Murakkab modellar bularni o'z tarkibida saqlaydi.

IV. Murakkab determinatsiyalangan yozma modellarga turli xildagi matritsali rejalashtirish modellari kiradi.

Texnologik sanoatning matritsali moliyaviy rejalar modeli hozirgi zamonda to'qimachilik sanoatida muvaffaqiyatli tarzda ishlatilmoqda. Murakkab modelga mahsulot ishlab chiqarish bilan uzviy bog'liq bo'lgan xarajat, ya'ni tarmoqlararo balans matritsali modeli kiradi. Boshqarish va rejalashtirish sistemasida tarmoqlararo balansning muhimligini hisobga olgan holda, uning modelini tuzish mumkin.

Tarmoqlararo balans sistemasi.

Iqtisodiy-matematik modelni tuzish uchun quyidagi o'zgaruvchilarni kiritamiz, buning uchun yalpi mahsulot modelidan foydalanamiz, bunda:

$X_i$  — ishlab chiqarishning yalpi mahsulot hajmi;

$U_i$  — tayyor mahsulotning hajmi;

$X_{ij}$  —  $j$  tarmoqda, mahsulot ishlab chiqarish uchun  $i$  tarmoq mahsulotlarining xarajatlari;

$Z_j$  — tarmoqqa tashkil etilgan foyda.

Bulardan foydalanilib quyidagi balans sistemalarini hosil qilamiz.

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n X_{ij} + Y_i = X_i \\ \text{*****} \\ \sum_{j=1}^n X_{nj} + Y_n = X_n \\ \text{*****} \\ \sum_{j=1}^n X_{ij} + Z_i = X_i \\ \text{*****} \\ \sum_{j=1}^n X_{nj} + Z_n = X_n \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{MAHSULOT TAQSIMLANISHI} \\ \\ \\ \text{MAHSULOT XARAJATLARI} \end{array}$$

Tarmoqlararo balansning parametrlari — bu to'g'ri va to'liq xarajatlarning koeffitsiyentidir. Agar to'g'ri xarajatlar koeffitsiyenti  $a_{ij}$  bir birlik mahsulot ishlab chiqarish uchun  $i$  mahsulot xarajatlarini ifodalasa:

$$a_{ij} = X_{ij} / X_j$$

tenglikdan aniqlangan bo'lsa, mahsulot ishlab chiqarish uchun ( $j$ )  $i$  xarajatlari tegishli holda

$$X_{ij} = a_{ij} X_j$$

ni tashkil etadi. Yuqorida keltirilgan mahsulot taqsimlanishini tenglikka qo'yib chiqsak, tarmoqlararo bog'lanish tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i = x_i \\ \text{*****} \\ \sum_{j=1}^n a_{nj} x_j + y_n = x_n \end{array} \right\}$$

yoki matritsali formada:

$$AX + Y = X;$$

Bundan

$$X = (E-A)^{-1}Y;$$

Bu yerda  $(A-E)^{-1}$  to'liq xarajatli koeffitsiyentlarning matritsasi.

E-birlik vektor. To'liq xarajatlari koeffitsiyenti bu bir birlik mahsulot ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan yalpi ishlab chiqarish hajmini aniqlash uchun zarur. Shunday qilib, tarmoqlararo balans modeli - tarmoqlararo bog'liqlikni tahlil qilishda va xalq xo'jalik tarmoqlari hamda turli resurs xarajatlarni balanslashga yordam beradi.

Matritsali yozma modelning kamchiligi iqtisodiy sistemani to'liq optimal qila olmasligidir. Bu kamchilik oz miqdorda bo'lsa ham, ko'p variantli rejalashtirishda matritsali model kompensatsiya qilishi ham mumkin.

V. Murakkab optimallashtirish modelga chiziqli va nochiziqli programmashtirishda ishlatiladigan, yangilashtirilgan iqtisodiy sistemalar kiradi. Umumiy chiziqli programmashtirish masalasi quyidagi model ko'rinishida bo'ladi.

$$L(X) = \sum_{i=1}^n c_i x_i \longrightarrow \max.$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i; \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$X_j > 0 \quad \text{Hamma } j \text{ qiymatlar uchun.} \quad (3)$$

Bu yerda  $X$  — o'zgaruvchan,  $c_i$ ,  $b_i$ ,  $a_{ij}$ , berilgan o'zgarmas miqdorlar  $L(X)$  maqsad funksiya masalani ekstremallashtiradigan qiymati. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, chiziqli programmashtirish masalalari optimal modellar orasida ko'p tarqalgan. Bu o'z navbatida iqtisodiy sistemani optimallashtirishga nisbatan chiziqli programmashtirish uslubi yaxshi ishlab chiqarilgan.

Chiziqli programmashtirish masalalarini yechish metodini birinchi bo'lib 1939 yilda «Nobel» mukofoti sovrindori, sovet matematigi akademik L.V.Kantarovich yaratdi.

Yuqorida ko'rib o'tilgan barcha determinatsiyalangan iqtisodiy-matematik modellar statistik modellarga kiradi.

Ko'rib o'tilgan barcha iqtisodiy-matematik modellar klassik modellar tarkibiga kiradi.

VI. Determinatsiyalashtirilgan optimal dinamik modellarga oddiy misol qilib, dinamik programmashtirish masalalar modelini keltirish mumkin.



Iqtisodiy-matematik modelni tuzish uchun quyidagi o'zgaruvchilarni kiritamiz, buning uchun yalpi mahsulot modelidan foydalanamiz, bunda:

$X_i$  — ishlab chiqarishning yalpi mahsulot hajmi;

$U_i$  — tayyor mahsulotning hajmi;

$X_{ij}$  —  $j$  tarmoqda, mahsulot ishlab chiqarish uchun  $i$  tarmoq mahsulotlarining xarajatlari;

$Z_j$  — tarmoqqa tashkil etilgan foyda.

Bulardan foydalanilib quyidagi balans sistemalarini hosil qilamiz.

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n X_{ij} + Y_i = X_i \\ ***** \\ \sum_{j=1}^n X_{nj} + Y_n = X_n \end{array} \right\} \text{MAHSULOT TAQSIMLASHINI}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n X_{ij} + Z_i = X_i \\ ***** \\ \sum_{j=1}^n X_{nj} + Z_n = X_n \end{array} \right\} \text{MAHSULOT XARAJATLARI}$$

Tarmoqlararo balansning parametrlari — bu to'g'ri va to'liq xarajatlarning koeffitsiyentidir. Agar to'g'ri xarajatlar koeffitsiyenti  $a_{ij}$  bir birlik mahsulot ishlab chiqarish uchun  $i$  mahsulot xarajatlarini ifodalasa:

$$a_{ij} = X_{ij} / X_j$$

tenglikdan aniqlangan bo'lsa, mahsulot ishlab chiqarish uchun  $(j)$   $i$  xarajatlari tegishli holda

$$X_{ij} = a_{ij} X_j$$

ni tashkil etadi. Yuqorida keltirilgan mahsulot taqsimlanishini tenglikka qo'yib chiqsak, tarmoqlararo bog'lanish tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i = x_i \\ ***** \\ \sum_{j=1}^n a_{nj} x_j + y_n = x_n \end{array} \right\}$$

yoki matritsali formada:

$$AX + Y = X;$$

Bundan

$$X = (E-A)^{-1}Y;$$

Bu yerda  $(A-E)^{-1}$  to'liq xarajatli koeffitsiyentlarning matritsasi :

E-birlik vektor. To'liq xarajatlari koeffitsiyenti bu bir birlik mahsulot ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan yalpi ishlab chiqarish hajmini aniqlash uchun zarur. Shunday qilib, tarmoqlararo balans modeli - tarmoqlararo bog'liqlikni tahlil qilishda va xalq xo'jalik tarmoqlari hamda turli resurs xarajatlarni balanslashga yordam beradi.

Matritsali yozma modelning kamchiligi iqtisodiy sistemani to'liq optimal qila olmasligidadir. Bu kamchilik oz miqdorda bo'lsa ham, ko'p variantli rejalashtirishda matritsali model kompensatsiya qilishi ham mumkin.

V. Murakkab optimallashtirish modelga chiziqli va nochiziqli programmashtirishda ishlatiladigan, yangilashirilgan iqtisodiy sistemalar kiradi. Umumiy chiziqli programmashtirish masalasi quyidagi model ko'rinishida bo'ladi.

$$L(X) = \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \max.$$

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_j = b_i; \quad \begin{matrix} i = 1, 2, 3, \dots, m \\ j = 1, 2, 3, \dots, n \end{matrix}$$

$$X_j > 0 \quad \text{Hamma } j \text{ qiymatlar uchun.} \quad (3)$$

Bu yerda  $X_j$  - o'zgaruvchan,  $c_i$ ,  $b_i$ ,  $a_{ij}$ , berilgan o'zgarmas miqdorlar  $L(X)$  maqsad funksiya masalani ekstremallashtiradigan qiymati. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, chiziqli programmashtirish masalalari optimal modellar orasida ko'p tarqalgan. Bu o'z navbatida iqtisodiy sistemani optimallashtirishga nisbatan chiziqli programmashtirish uslubi yaxshi ishlab chiqarilgan.

Chiziqli programmashtirish masalalarini yechish metodini birinchi bo'lib 1939 yilda «Nobel» mukofoti sovrindori, sovet matematigi akademik L.V.Kantarovich yaratdi.

Yuqorida ko'rib o'tilgan barcha determinatsiyalangan iqtisodiy-matematik modellar statistik modellarga kiradi.

Ko'rib o'tilgan barcha iqtisodiy-matematik modellar klassik modellar tarkibiga kiradi.

VI. Determinatsiyalashtirilgan optimal dinamik modellarga oddiy misol qilib, dinamik programmashtirish masalalar modelini keltirish mumkin.

Buni 1950 yillarda amerikalik olim - matematik R.R. Bellman ishlab chiqqan. Agar resurslar sarfida iqtisodiy «effekt» ning yig'indisini maksimallashtirish kerak bo'lsa, u holda funksional tenglamaga tegishli bo'lgan optimalashtirishning i qadami ( $i = 2, 3, 4, \dots, N$ ) quyidagicha yoziladi.

$$F_i(r) = \max_{q \in p} G_{n-1}(p, q) + F_{i-1}(T_q(p)),$$

Bunda, birinchi bosqich uchun maksimal natija teng bo'ladi:

$$F_1(p) = \max_{q \in p} G(p, q)$$

Bu yerda  $T(p)$  - o'zgartirish,  $T$  i-qadamga  $p_i$  qiymati;

$G_n(p, q)$  -  $p, q$  resurslarni realizatsiya qilishdan olinadigan effektiv foyda yig'indisining funksiyasi.

### 3.2. Stoxastik iqtisodiy-matematik modellar

Agar determinatsiyalashgan modellar aniq parametrlari sistemani xarakterlasa, u holda stoxastik modellar tasodifiy holatlar bilan tuziladi.

Iqtisodiy sistemalar, protsesslar ko'pgina holatlarda determinallashgan holatda bo'lmaydi. Amaliyotda hattoki aniq va to'g'ri reja tuzishda ham, aniq ma'lumotlardan foydalanilmaydi. Hatto oddiy ishlab chiqarish ish normasini aniqlashda, ishlab chiqarishning matematik kutilishi va olingan o'rtacha tenglikni aniq deb olishadi. Bu model yengil sanoatda rejalashtirish va "prognozlashtirishni", mahsulotga talabning moddaning o'zgarishi bilan aniqlashda qo'l keladi.

Iqtisodiy sistemani modellashtirishda ehtimollik nazariyasidan ehtiyotlik bilan foydalanish kerak. Agar iqtisodiy sistema bir necha parametrlar bilan xarakterlansa, u holda bu holat tavakkallik bilan bog'liq bo'lgan model bo'ladi. Taqsimlanishning ehtimollik ko'rsatkichlar amaliyotda, tajribada — statistik ma'lumot, kuzatishlari orqali topiladi.

Noaniq statistik iqtisodiy o'lchovning yo'qligi — masalani xarakterlovchi parametrlar yo'qligidan paydo bo'ladi.

Yuqorida aytib o'tilgandek stoxastik modellar ko'pgina turlarga bo'linadi. Agar sistemaning holati  $A_1, A_2, \dots, A_k$  bir-biri bilan o'rnini tez almashtirsa u holda bu holat diskret bo'ladi.

Stoxastik model va ehtimollik ko'rsatkichlarining taqsimlanish qoidalarini bilgan holda, matematik kutilish  $M$ , tasodifiy kattalik  $X$  va dispersiya  $D[x]$  topish mumkin.

Tasodifiy kattalik xarakteridan qat'i nazar, ularning raqamli xarakteristikallari quyidagicha topiladi:



Diskret tasodifiy holat uchun;

Matematik kutilish

$$M[x] = \sum_{i=1}^n x_i p_i$$

Dispersiya

$$D[x] = \sum_{i=1}^n (x_i - mx)^2 p_i;$$

Bu yerda  $x_i$  va  $p_i$  – tasodifiy kattalik  $x_1, x_2 \dots x_n$  va  $p_1, p_2 \dots p_n$  ularga tegishli bo'lgan ehtimolliklar.

$$M[x] = m_x; \quad D[x] = D_x$$

Uzluksiz tasodifiy kattalik uchun

$$M[x] = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$

$$D[x] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - Mx)^2 f(x) dx$$

Bu yerda  $f(x) = F(x)$  – uzluksiz (cheksiz) tasodifiy kattalikning taqsimlanish mustahkamligi.

Aralash tasodifiy kattalik uchun:

$$M[x] = \sum_{i=1}^n x_i p_i + \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$

$$D[x] = \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2 p_i + \int_{-\infty}^{\infty} (x - mx)^2 f(x) dx$$

Bunda funksiya barcha uzilish nuqtalarida, qo'shib olib boriladi. Integratsiyalash esa funksiyaning uzluksiz bo'limlarida olib boriladi.

Tasodifiy kattaliklar uchun keltirilgan raqamli xarakteristikalar ko'pgina iqtisodiy masalalarni yechishga va ularni stoxastik holatda determinial holatga keltirishga imkon beradi.

Shunday qilib tasodifiy kattalik  $X$  normal qonun bo'yicha uning mustahkamligi quyidagicha aniqlanadi:

$$F(x) = (1/\sqrt{2\pi\sigma^2}) e^{-(x-mx)^2/2\sigma^2} \quad \text{ga teng.}$$

Bu yerda  $d^2 = D = D[x]$  tasodifiy kattalik,  $X$  deyarli raqamli parametrlar bilan topiladi. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, cheksiz tasodifiy

kattalikning normal taqsimlanishi yengil sanoatda mahsulot sifati xarakteristikasini taqsimlashda ko'p uchraydi.

Diskret tasodifiy holat X "Puasson-qonuni" bo'yicha taqsimlanadi. Agar tasodifiy kattaliklar X, 0,1,2... m teng bo'lsa, u holda  $X = m$  bo'lganda

$$P = (a^m / m!) e^{-a}$$

Bu yerda  $a > 0$  taqsimlash parametri. «Puasson qonuni» bo'yicha taqsimlash  $m_x = a$  va  $Dx = a$ .

To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarish protsesslarni analiz qilish shuni ko'rsatdiki, «Puasson - qonuni» ga ko'pgina obyekt funksiyasini xarakterlovchi diskret tasodifiy kattaliklar bo'ysunadi.

Misol uchun tikuv uskunalarining o'z-o'zidan to'xtab qolishi, presslash moslamalarining to'xtab qolishini keltirish mumkin. Ehtimollik nazariyasining rivojlanishi keng qo'llaniladigan, ya'ni shu fanning yo'nalishlarida paydo bo'ladi.

Eng sodda stoxastik modellar-tasodifiy chiziqli funksiyalardir:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \dots + b_m x_m$$

Bu yerda  $b_0$  - aniqlash funksiyasining xatosi;

$b_1, b_2, b_3, b_m$  - regressiya koeffitsiyentlari;

$x_1, x_2, x_m$  - Y funksiyaning argument faktorlari.

Keltirilgan tenglamada regression bog'lanish to'g'ri chiziqni ifodalaydi. Korrelyatsion regression modellar statistik modellarga kiradi. Ularni turli usullarda optimallashtirish mumkin.

Misol uchun: matematik programmashtirish usulida:

Agar:  $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$  tasodifiy funksiya,  $x_1, x_2, x_3, x_m$  - argumentlardan bog'liq bo'lsa, u holda  $\{M[x] = y = f(x)\}$  modelni determinatsiyallashtirilgan matematik programmashtirish masalasi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$F(x_i) - \max$$

Quyidagi cheklanishlar o'rinli bo'lganda

$$\sum a_j x_j < d_j \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

$$x_j' > 0$$

Bu yerda  $a_{ij}$  - koeffitsiyentlar,  $x_j$  - xarakterlovchi resurs xarajatlar normativi,  $d_j$  - resursning maksimal o'lchami.

Optimallashtirish modellariga stoxastik programmashtirish masalalarini vektor ko'rinishdagi modeli quyidagicha ifodalanadi:

$$M[C(q), x] \max$$

$$A(q) \times B(q) \text{ bunda } q \in Q > 0$$

Bu yerda  $q$  - tasodifiy parametr,  $A$ ,  $B$  va  $S$  tasodifiy elementlar,  $M$ -matematik kutilish kattaligi,  $Q$ -yakuniy aniqliklar.

Stoxastik model uchun funksional chegaralash quyidagi tenglik orqali aniqlanadi:

$$P\left(\sum_{i=1}^m a_i x_i \leq b_j\right) \geq p_j; \quad \text{bunda } j=1, n$$

$$0 \leq p_j \leq 1$$

$$x \geq 0$$

Stoxastik modellarda ko'pgina hollarda rus matematigi A.A. Markov tomonidan yaratilgan ehtimolliklar nazariyasi asosida yaratilgan modellar ishlatiladi.

Markov modeli ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasidan iborat. Ommaviy xizmat ko'rsatish masalalari birinchi bo'lib, 1920 yillarda daniyalik olim A.K. Erlan tomonidan yaratilgan. Keyingi yillarda ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasida rus matematiklari A.YA. Xinchin, A.N. Kolmogrov, B.V. Giyedenko va hokazolarning mehnatlari singgan. Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi dastlab oddiy telefon stansiyalarida, keyinchalik iqtisod sistemasini tahlil va rejalashtirishda qo'llaniladi. Bu modellarda ehtimolliklar faktori orqali ommaviy xizmat ko'rsatish sistemasi yaxshilanadi. Ishlab chiqarishning kutulishi bilan bog'liq bo'lgan ommaviy xizmat ko'rsatish modelida talablar oqimi oddiy holda "Puasson qonuni" bilan taqsimlanadi. Davomiylik taqsimlanishi esa mustahkamlikka bo'ysunadi.

$$F = \mu - m t$$

Ommaviy xizmat ko'rsatish model sistemasi murakkab dinamik modellarga kiradi. Ommaviy xizmat ko'rsatish masalalar xarakterini optimallashtirishning ko'pgina uslublari yaratilgan.

Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, to'qimachilik va yengil sanoatda ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi ko'p ishlatiladi.

Agar ommaviy xizmat ko'rsatish modeli sistemasi tavakkalchilik bilan bog'liq bo'lsa, u holda noaniqlik sharoiti yuzaga keladi. Bu holat o'rganilayotgan iqtisodiy sistema tasodifiy voqealar qonunining qaysi biriga kirishi aniq emas, shu sababli stoxastik model tuzishda noaniq holat, (yengil sanoatda talabga qarab bo'lajak model tuzulishi)da maxsus uslublardan foydalaniladi. Berilgan masalalarni yechishda o'yin va statistik yechim nazariyasidan foydalaniladi. O'yin nazariyasi modelida ko'pgina



"mini-maks" usuli ishlatilishi sababli optimal yechimni topish mumkin. Bu turdagi modellar dinamik optimallashtirish modeliga kiradi.

### **Tayanch iboralar**

Determinatsiya iqtisodiy matematik modellar, determinatsiyalashgan model, texnik-iqtisodiy ko'rsatgich, mahsulot mustahkamligi, aylanma chastota, unumdorlik, chastota, kritik nuqta, matritsali moliyaviy rejalar modeli, murakkab - modellar, balans- matritsali model, "Nobel" mukofoti, dinamik model, iqtisodiy "effekt", diskret, staxostik model, matematik kutilma, tasodifiy chiziqli funksiyalar, o'yin nazariyasi.

### **Xulosa**

Determinatsiyalangan oddiy modellar - iqtisodiy masalalarni yangilash guruhining oddiy bir turi bo'lib, unga texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisoblashlarda ishlatadigan analitik talaffuzli modellar kiradi. Masalan, dastgohlar unumdorligining aylanma chastotasi parabola tenglamasi orqali ifodalanishini nazarga olgan holda, u ekstremal qiymatga egaligi matematikaga ma'lum yoki ehtiyojlarni optimal boshqarish modeli, determinatsiyalashgan model orqali ifodalanadi. Agar model tasodifiy holatlarni ifodalasa, staxostik modellar turlariga kiradi. Shunday qilib, talabalar iqtisodiy modellarning turlari bilan tanishadilar.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Yengil sanoatda qo'llaniladigan iqtisodiy matematik modellarga misollar keltira olasizmi?
2. Determinatsiyalanadigan optimizatsiyali modelga misol keltiring.
3. Kvadratik funksiya modeliga to'qimachilik sanoati uchun misol keltira olasizmi?
4. Qanday modellarga murakkab determinatsiyalashgan model deyiladi?
5. Stoxastik modellar qanday holatlarni ifodalaydi?
6. Ommaviy xizmat ko'rsatish model sistemasi qanday modellarga kiradi?

## II- BOB

### FIRMA, KORXONANING MAHSULOT ISHLAB CHIQARISH MASALASINI GRAFIK USULDA YECHISH

#### § 4. FIRMA, KORXONANING MAHSULOT ISHLAB CHIQARISH MASALASINING IQTISODIY - MATEMATIK MODEL. CHEKLANISHLARNING GEOMETRIK MODEL

4.1. Masalaning iqtisodiy - matematik modeli.

4.2. Ko'pburchakli yechimlar sohasi.

4.3. Yechimlarga ega bo'lgan va ega bo'lmagan hol. Maqsad funksiyaning ekstremal qiymatini grafik usulda aniqlash.

4.1. Masalaning iqtisodiy - matematik modeli.

Firmaning mahsulot ishlab chiqarish masalasining yechimi grafik usulda aniqlash asosiy usullaridan biri hisoblanadi. Firmaning mahsulot ishlab chiqarish masalalarini qaysi turiga kirmasin, unda cheklanishlarni nazarga olgan holda, grafik usuli yordamida maqsad funksiyaning eng katta yoki eng kichik qiymatini aniqlash mumkin. Faraz qilaylik, korxona mahsulotini ishlab chiqarishning iqtisodiy-matematik modeli umumiy ko'rinishda berilgan bo'lsin.

$$\sum_{j=1}^m a_{ij}x_j \leq b_i \quad i=1, m \quad (1)$$

$$x_i \geq 0 \quad i=1, n \quad (2)$$

$$F(x) = \sum_{j=1}^m c_j x_j \quad \max \quad (3)$$

Shunday qilib, (1) -chi va (2)-chi cheklanishlar va (3)-chi maqsad funksiya birgalikda, firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasining iqtisodiy-matematik modelini ifoda etadi.

#### 4.2. Ko'pburchakli yechimlar sohasi.

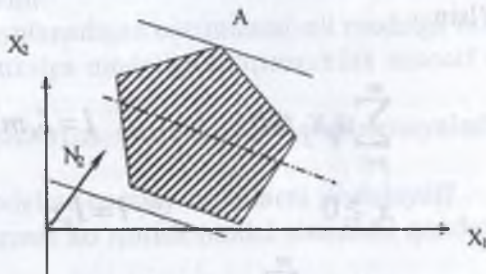
Bu masalani grafik usulda yechishda avval cheklanishlarini nazarga olgan holda, ko'p burchakli yechimlar sohasini aniqlash kerak. Chunki agar cheklanishlar ko'p o'zgaruvchilardan bog'liq bo'lsa, ular gipertekislikni hosil qiladi:  $a_0 + a_1x_1 + \dots + a_nx_n = 0$  xususiyl holda, 3 ta o'zgaruvchidan bog'liq bo'lib, ba'zi bir cheklanishlarda no'malumlarining qiymati nolga teng bo'lsa ( $x_1, x_2, x_3 = 0$ ), bu holda cheklanishlar dekart koordinatalar sistemasida to'g'ri chiziqlarni hosil qiladi. Agar cheklanishlar sistemasi 2 ta no'malumlardan hosil bo'lgan bo'lsa, bu holda tekislikda ko'p burchakli yechimlar sohasini hosil qiladi. Tengsizliklarni tenglamalar bilan almashtirilgan holi.

Ta'rif: Chiziqli programlashtirish masalasining yechimi ko'p burchakli yechimlar sohasining biron cho'qqisida maqsad funksiya ekstremal qiymatga teng bo'ladi (max yoki min)

#### 4.3. Yechimlarga ega bo'lgan va ega bo'lmagan hol. Maqsad funksiyani ekstremal qiymatini grafik usulda aniqlash.

Maqsad funksiya ko'p burchakli yechimlar sohasida bitta yechimga, ko'p yechimga, cheklangan yechimlarga ega bo'lishi mumkin.

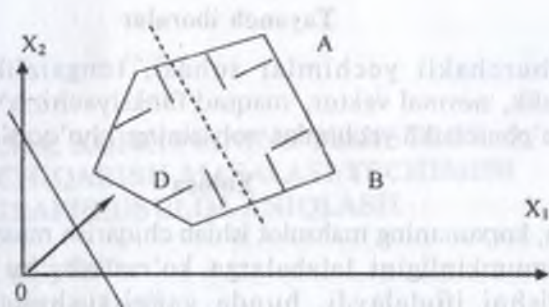
1- hol: Rasmda, (1-rasm) cheklanishlar ko'pburchakli yechimlar sohasini ifodalaydi. Bu holda ko'pburchakli yechimlar sohasi bitta yechimdan iborat. Bu yechim ko'p burchakning A- cho'qqisida joylashib shu cho'qqida funksional  $F(x)$  eng katta (kichik) qiymatga erishadi.



1-rasm.

2 - hol: Maqsad funksiya ko'p yechimga ega bo'lgan hol. Maqsad funksiya  $F(x)$  ko'p yechimga ega bo'ladi, ya'ni yechimlar AV kesmaning har bir nuqtasida joylashadi, maqsad funksiya esa, bu nuqtalarda ekstremal qiymatlarni qabul qiladi (2-rasm).



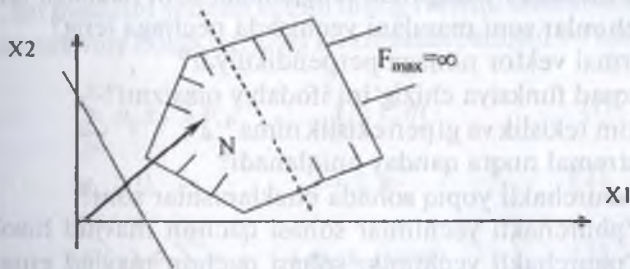


2-rasm.

Bu holda yechimlar AV kesmada yotadi.

Agar cheklangan nuqtalar ko'p burchakning ichida joylashsa soha cheklangan soha hisoblanadi, ya'ni ko'p burchakli yechimlar sohasi mavjud bo'ladi.

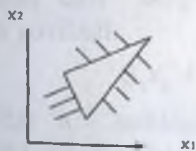
3 - hol: 3- rasmda soha cheklanmagan hisoblanadi, ya'ni yechimlar sohasi yuqoridan cheklanmagan.



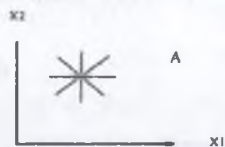
3- rasm.

$F(x) = \infty$ . Maqsad funksiya  $F(x)$  cheklanmagan yechimga ega bo'lgan hol.

4-hol: Yechimlar sohasi mavjud bo'lmagan hollar. Maqsad funksiya bu hollarda hisoblanmaydi (4-rasm, 5-rasm). Bunday hollarda soha cheklanmagan yoki cheklanishlar chizig'i bir nuqtaga kesishadi, yechimlar sohalari mavjud emas.



4-rasm.



5-rasm.

## **Tayanch iboralar**

Ko'pburchakli yechimlar sohasi, tengsizlik, yarimtekislik, gipertekislik, normal vektor, maqsad funksiyachizig'i, algoritm, radius vektor, ko'pburchakli yechimlar sohasining cho'qqisi, ekstremal qiymat.

## **Xulosa**

Firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini grafik usulda yechish mumkinligini talabalarga ko'rsatish, bu yangi usul bilan tanishtirishni ifodalaydi, bunda yangi tushunchalar keltiriladi: cheklanishlar ko'pburchakli yechimlar sohasini ifodalashi, maqsad funksiya chizig'i, normal vektor, ochiq va yopiq soha, yechim sohalarning mavjud bo'lmagan hollar, bu holda maqsad funksiya aniq qiymatga ega bo'lmazligi bilan tanishadilar.

## **Takrorlash uchun savollar**

1. Firma korxonasining mahsulot ishlab chiqarish masalasini grafik usulda yechishda o'zgaruvchilar soni nechaga teng?
2. Shu masalani yechganda tenglamalar soni nechaga teng?
3. Yechimlar soni masalani yechishda nechaga teng?
4. Normal vektor nimaga perpendikulyar?
5. Maqsad funksiya chizig'ini ifodalay olasizmi?
6. Yarim tekislik va gipertekislik nima?
7. Ekstremal nuqta qanday aniqlanadi?
8. Uchburchakli yopiq sohada cheklanishlar soni?
9. Ko'pburchakli yechimlar sohasi qachon mavjud hisoblanadi?
10. Ko'pburchakli yechimlar sohasi qachon mavjud emas?

## § 5. FIRMA, KORKXONANING MAHSULOT ISHLAB CHIQUARISH MASALASI YECHIMINI GRAFIK USULDA ANIQLASH

- 5.1. Masalaning qo'yilishi.
- 5.2. Maqsad funksiya chizig'i.
- 5.3. Grafik usulining algoritmi.
- 5.4. Masalaning yechimi.

### 5.1. Masalaning qo'yilishi.

Korxonaning mahsulot ishlab chiqarish modelining shartlari berilgan bo'lsa, ya'ni cheklanishlar berilgan. Maqsad funksiyaning eng katta qiymatini aniqlaymiz, funksiyaning eng katta (kichik) qiymatini aniqlashda, yana  $X_j$  mahsulotlarning har bir turining birligidan olinadigan foyda berilgan bo'ladi (ming.so'm). Bu masalani yechish uchun uning IMMni ifodalaymiz. Buning uchun masala umumiy holda quyidagi ko'rinishda berilgan bo'lsin:

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

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, n \quad (2)$$

$$F(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max \text{ (min)} \quad (3)$$

### 5.2. Maqsad funksiya chizig'i.

Bu masala umumiy holda, cheklanishlari ko'pburchakli yechimlar sohasini ifodalaydi. Faraz qilaylik, cheklanishlari ko'pburchakli soha yechimlari mavjud bo'lsin. IMM-ga ko'ra,  $S = S(S_1, S_2)$  ni normal radius-vektor deb belgilasak, maqsad funksiya chizig'i quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$S_1x_1 + S_2x_2 = h$$

Bu yerda:  $h$  - xohlagan son.

Maqsad funksiya chizig'i, to'g'ri chiziq tenglamasiga o'xshash



$$Ax + Vu + S = 0.$$

Ma'lumki,  $j = 1, 2$  bo'lganda maqsad funksiya quyidagi ko'rinishda bo'ladi  
 $F(x) = C_1x_1 + C_2x_2$ ! max (min).

Endi, shu radius vektorga  $-S$  - ga perpendikular qilib, maqsad funksiya chizig'ini o'tkazamiz. Maqsad funksiyaning qiymati radius - vektor  $S$  - ning koordinatalaridan iborat bo'ladi. Agar shu maqsad funksiyaning chizig'i,  $S$  - vektorning yo'nalishi bo'yicha, o'z-o'ziga parallel qilib ko'chirilsa, u holda maqsad funksiyaning chizig'i ko'pburchakli yechimlar sohasining biror cho'qqisidan o'tadi. Bu cho'qqida funksional  $F(x)$  eng katta qiymatga erishadi, ya'ni  $A$  nuqtada funksional eng katta qiymatni qabul qiladi. Bu  $A$  - nuqta esa,  $L_1$  bilan  $L_2$  chiziqlarning kesishish nuqtasida yotadi. Bu  $A(x_1, x_2)$  nuqtaning  $X_1$  va  $X_2$  koordinatalarini aniqlash kerak. Bu  $A$  nuqta koordinatalarining qiymatlarini maqsad funksiya qo'yib, uning eng katta qiymatini aniqlaymiz.

### 5.3. Grafik usulining algoritmi.

1. Cheklanishlarni nazarga olgan holda, ko'p burchakli yechimlarning  $D$  - sohasini aniqlaymiz.
2.  $S$  - radius vektorni o'tkazamiz.

$$F = 1(C_1, C_2) = \bar{C}$$

3.  $S$ -radius vektorga perpendikular qilib maqsad funksiya to'g'ri chizig'ini o'tkazamiz:  $C_1X_1 + C_2X_2 = h$

4. Maqsad funksiyaning chizig'ini o'z-o'ziga parallel ko'chirib, ko'pburchakli yechimlar sohasining cho'qqisi  $A$  nuqtani aniqlaymiz.

5.  $A$  nuqtaning koordinatalarini topish uchun  $l_1$  bilan  $l_2$  to'g'ri chiziqlarning tenglamalarini birgalikda yechamiz, ya'ni:

$$l_1x_1 \rightarrow A(x_1, x_2)$$

5. Maqsad funksiyaning qiymatini  $A$  nuqtada hisoblaymiz:

$$F(x) = C_1x_1 + C_2x_2 \rightarrow \max$$

Maqsad funksiya bu  $A$  nuqtada eng katta qiymatni qabul qiladi.

### 5.4. Masalaning yechimi.

1. Masala: cheklanishlarni nazarga olgan IMM berilgan holda ko'p burchakli yechimlar sohasini aniqlab, maqsad funksiyaning eng katta qiymati hisoblansin

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 < 20 \\ 8x_1 + 5x_2 < 40 \\ x_1, x_2 > 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$x_1, x_2 > 0 \quad (2)$$

$$F(x) = 50x_1 + 40x_2 - \max \quad (3)$$

Buning uchun cheklanish tengsizliklarini to'g'ri chiziqlar b almashtirib, ularni dekart koordinatalar sistemasida i, tenglama ko'rinish aniqqlaymiz.

I. Avval birinchi  $i_1$  chiziqning koordinatalar o'qlari bilan kesish nuqtalarini aniqqlaymiz:

$$i_1 \rightarrow 2x_1 + 5x_2 = 20$$

$i_1$  chiziqda faraz qilaylik:  $x_1 = 0$  bo'lsa,

$$0 + 5x_2 = 20 \text{ ega bo'lamiz, bundan } x_2 = 4$$

Bu usul bilan koordinatalar o'qida A nuqtaning koordinati aniqqlandi, ya'ni A nuqta, A (0, 4) koordinatalarga ega ekan.

Yana agar  $i_1$  da  $x_2=0$  qabul qilinsa, bu holda tenglama quy ko'rinishni qabul qiladi:  $2x_1 = 20$

Ya'ni, bundan  $x_1=10$  bo'ladi,  $x_1$  koordinata o'qida  $i_1$  chiziq V n. V( 10,0) nuqtadan o'tadi. Xuddi shu usulda  $i_2$  tengsizlikni tenglama almashtiramiz, koordinata o'qlari bilan kesishadigan nuqtalarni aniqqlay

II.  $i_2 \rightarrow 8x_1 + 5x_2 = 40$  tenglamada  $x_1 = 0$  bo'lsa,  $5x_2 = 40$  ga bo'ladi, bu tenglikdan  $x_2 = 8$ , ya'ni S (0,8) bo'ladi, endi  $x_2$  bo'lsa,  $x_1 = 5$ , D (5,0) koordinatalarga ega bo'ladi.

III.  $i_3$  chiziq uchun  $i_3 \rightarrow 5x_1 + 6x_2 = 30$ , agar  $x_1 = 0$  bo'lsa, b  $x_2 = 5$  bo'ladi, ya'ni YE (0,5) koordinatalarga ega bo'ladi.

$X_2 = 0$  bo'lganda,  $x_1 = 6$ , F(6,0) koordinatalarga ega ekan.

Aniqlangan nuqtalarni tutashtirib, D sohaning mavjudi aniqqlaymiz, buning uchun yarim tekisliklarga nisbatan nuqtalar joylashganini aniqqlaymiz:

$$a) i_1 \rightarrow 2x_1 + 5x_2 \leq 20$$

tengsizlikni  $x_2$  - ga nisbatan aniqqlaymiz.

$$5x_2 \leq 20 - 2x_1$$

bundan  $x_2$  o'zgaruvchini aniqlaymiz.

$$2x_2 \leq -2/5 x_1 + 4$$

Oxirgi tengsizlikdan ma'lumki nuqtalar to'g'ri chiziqda va chiziqning ostida joylashgan.

Ikkinchi tengsizlikning geometrik ma'nosini aniqlaymiz.

$$b) \quad 1_2 - 8x_1 + 5x_2 \leq 40$$

$$5x_2 \leq 40 - 8x_1$$

$$x_2 \leq -8/5 x_1 + 8$$

Bu to'g'ri chiziqdan nuqtalari pastda joylashadi, ya'ni  $1_2$  nuqtalar to'g'ri chiziqdan pastda joylashgan ekan.

Uchinchi tengsizlikning geometrik ma'nosini aniqlaymiz.

$$v) \quad 1_3 - 5x_1 + 6x_2 \geq 30$$

$$6x_2 \geq 30 - 5x_1$$

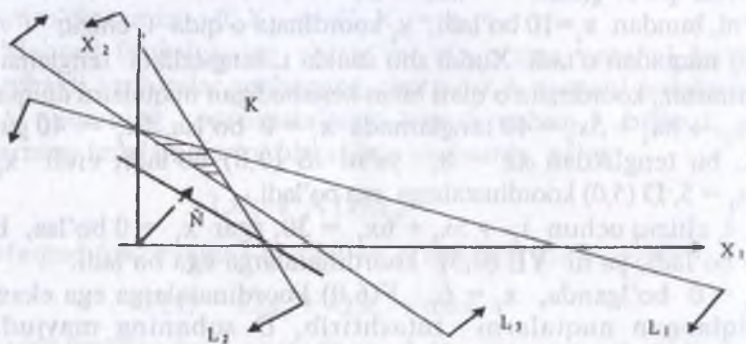
Bu tengsizlikni  $x_2$  ga nisbatan yechamiz.

$$x_2 \geq 5/6 x_1 + 5$$

Yarim tekisliklarni Dekart koordinatalar sistemasida joylashtirib, uchburchakli yechimlar sohasini aniqlaymiz

Normal radius vektorning koordinatalarini aniqlaymiz:

$$\text{Radius } \bar{N} = \bar{N}(s_1; s_2) \rightarrow \bar{N}(50, 40) \rightarrow \bar{N} 10(5, 4)$$



a-rasm.

Bu uchta yarim tekislikning nuqtalari to'g'ri chiziqlarga nisbatan yuqorida yoki pastda joylashgan (a rasm). Maqsad funksiya chizig'i esa:  $50x_1 + 40x_2 = h$  bo'lib, chiziqning koordinatalarini aniqlaymiz, u radius vektorga perpendikular bo'ladi. Maqsad funksiya chizig'i ko'p



burchakli yechimlar sohasining  $K(x_1, x_2)$  nuqtasida kesishadi, shu  $K^*$  nuqtaning koordinatalarini topamiz. Buning uchun  $l_1$  bilan  $l_2$  tenglamalarni sistema ko'rinishida yechamiz, chunki  $K$  nuqta  $l_1$  va  $l_2$  chiziqlarni kesishish nuqtasida joylashgan.

$$\left. \begin{aligned} l_1 &\rightarrow 2x_1 + 5x_2 = 20 \\ l_2 &\rightarrow 8x_1 + 5x_2 = 40 \end{aligned} \right\}$$

Ikkinchi tenglamadan birinchi tenglamaning hadlarini mos ravishda ayirib hosil qilamiz.

$6x_1 = 20$ , bundan

$x_1 = 20/60 = 10/3$ ,  $x_1$  koordinataning qiymatini birinchi ( $l_1$ ) tenglamaga qo'yamiz.

$$l_1 \rightarrow 2x_1 + 5x_2 = 20, \text{ ya'ni}$$

$$2 * 10/3 + 5x_2 = 20, \text{ bundan}$$

$$20 + 15x_2 = 60 \text{ bo'ladi, } 15x_2 = 40, x_2 = 40/15, x_2 = 8/3$$

Kesish nuqtaning koordinatalari  $K(10/3, 8/3)$  koordinatalari aniqlandi. Maqsad funksiyaning eng katta qiymatini aniqlaymiz, buning uchun  $K$  nuqtaning koordinatalarini maqsad funksiyaga qo'yib, uning eng katta qiymatini hisoblash mumkin.

$$F(x) = F(K) \rightarrow (50x_1 + 40x_2)_K \rightarrow 50(10/3) + 40(8/3) \rightarrow (500 + 320) / 3 \rightarrow 820 / 3 = 273, \quad 1/3 \text{ ming so'm}$$

### Tayanch iboralar

Ko'pburchakli yechimlar sohasi, tengsizlik, yarimtekislik, gipertekislik, normal vektor, maqsad funksiya chizig'i, algoritm, radius vektor, ko'pburchakli yechimlar sohasining cho'qqisi, ekstremal qiymat.

### Xulosa

Grafik usulda mahsulot ishlab chiqarish masalasini yechish uchun IMM berilishi zarur bo'lib, undan maqsad funksiya chizig'i, normal vektor, ko'pburchakli yechim sohasi aniq maqsadi, bu sohaning biron cho'qqisida  $F(x)$  maksimumga, boshqa cho'qqisida minimum qiymatga ega bo'lishi bilan talaba vizual tanishadi; talabalar yangi usulning natijasini Dekard koordinatalar sistemasida ko'radi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Grafik usulda yechimni aniqlanishining algoritmi?
2. Firma korxonasining mahsulot ishlab chiqarish masalasini grafik usulda yechishda o'zgaruvchilar soni nechaga teng?
3. Shu masalani yechganda tenglamalar soni nechaga teng?
4. Yechimlar soni berilgan masalada nechaga teng?
5. Normal vektorning koordinatalari nimaga bog'liq?
6. Maqsad funksiya chizig'ini ifodalay olasizmi?
7. Yarim tekislik va gipertekislikka misol keltiring.
8. Ekstremal nuqtalar qanday aniqlanadi?
9. Maqsad funksiyaning qiymati qanday hisoblanadi?

## § 6. CHIZIQLI PROGRAMMALASHTIRISH MASALASINI

## GRAFIK USULDA YECHIMI N>2

## BO'LGANDA ANIQLASH

### 6.1. Chiziqli dasturlash masalasi iqtisodiy-matematik modelining umumiy ko'rinishi.

### 6.2. Chiziqli dasturlash masalasi $n > 2$ bo'lganda yechimni aniqlash usuli.

6.3. Masalaning  $n > 2$  bo'lganda funksionalning ekstremal qiymatini aniqlash.

### 6.1. Chiziqli dasturlash masalasini iqtisodiy-matematik modelining umumiy ko‘rinishi.

Chiziqli programmalashtirish masalasining umumiy ko'rinishi cheklashlar va maqsad funksiya  $F(x) \rightarrow \max(\min)$  orqali berilgan bo'lsin:

$$F(x) = s_1 x_1 + s_2 x_2 + \dots + s_n x_n \rightarrow \max(\min) \quad (1)$$

aniqlansin, agar quyidagi cheklanishlar o‘rinli bo‘lganda:

$$\left. \begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ \dots &\dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &= b_m \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Ma'lumki, ko'p o'zgaruvchidan bog'liq bo'lgan chiziqli programmalashtirish masalasini grafik usulda yechimini aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun masalani ikkita o'zgaruvchidan bog'liq bo'lgan ko'rinishga keltiramiz.

## 6.2. Chiziqli dasturlash masalasi $n > 2$ bo'lganda yechimni aniqlash usuli

Agar chiziqli dasturlash masalasida o'zgaruvchilar soni  $n > 2$  dan bo'lsa, grafik usulda yechish uchun quyidagi shart bajarilishi lozim: cheklanishlarning soni ( $m$ ) noma'lumlar ( $n$ ) sonidan 2 ta songa oz bo'lishi kerak. ya'ni:

$$m = n - 2 \quad (3)$$



Masala: Chiziqli dasturlash masalasining modelida to'rtta o'zgaruvchi ( $n=4$ ) qatnashsin: Funksionalning

$$F(x) = \sum_{j=1}^4 C_j X_j \rightarrow \max \quad (4)$$

qiymati, quyidagi cheklanishlar o'rinli bo'lganda

$$\left. \begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + x_3 &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + x_4 &= b_2 \\ X_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

aniqlansin, bunda  $n=4$ , cheklanishlar soni  $m=2$  ga teng. Sistema 5 ni  $x_3$  va  $x_4$  noma'lumlarga nisbatan aniqlaymiz.

$$\left. \begin{aligned} x_3 &= b_1 - (a_{11}x_1 + a_{12}x_2) \\ x_4 &= b_2 - (a_{21}x_1 + a_{22}x_2) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Noma'lum  $x_3, x_4$  larning qiymatlarini (6) chi dan maqsad funksiya (4) chiga qo'yib, gruppalar hosil qilamiz:

$$F(x) = a_1x_1 + a_2x_2 \quad (4'')$$

agar quyidagi shartlar bajarilganda:

$x_3 \geq 0, x_4 \geq 0$  bo'lganda

$$\left. \begin{aligned} b_1 - (a_{11}x_1 + a_{12}x_2) &\geq 0 \\ b_2 - (a_{21}x_1 + a_{22}x_2) &\geq 0 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

shartlar bajariladi.

Shunday qilib, ikkita  $x_1, x_2$  o'zgaruvchilardan bog'liq bo'lgan chiziqli programmashtirish masalasining iqtisodiy-matematik modelini quyidagi ko'rinishda hosil qilamiz:

$$F(x) = a_1x_1 + a_2x_2 \rightarrow \max \quad (4')$$

$$\text{agar } \left. \begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 &\leq b_2 \\ x_1 &\geq 0, \quad x_2 &\geq 0 \end{aligned} \right\} \quad (5')$$

shartlar bajarilsa.

Shunday qilib, (4'') va (5') ko'rinishda keltirilgan IMMni grafik usulda yechish mumkin.

### 6.3. Masalaning $n > 2$ bo'lganda funksionalning ekstremal qiymatini aniqlash.

Masala: IMM model quyidagi ko'rinishda berilgan:

Maqsad funksiya

$$F(x) = 2x_1 + 3x_2 - x_3 + x_4 \rightarrow \max \quad (8)$$

qiymati hisoblansin, agar quyidagi cheklanishlar o'rinli bo'lsa:

$$\left. \begin{aligned} x_1 + 2x_2 + 3x_3 - 2x_4 &= 2 \\ x_1 - 2x_2 + x_3 + 4x_4 &= 8 \\ x_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Cheklanishlar sistemasini qaysi bir ikki noma'lumlarga nisbatan yechimni aniqlash maqsadida, ikkinchi tartibli determinanti nolga teng bo'lmagan noma'lumlarni aniqlaymiz.

Bu masalada  $x_1, x_2$  noma'lumlar oldidagi koeffitsiyentlardan tuzilgan determinant nolga teng emas:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 1 & -2 \end{vmatrix} = -4 \quad \Delta \neq 0 \quad \text{ga, shuning uchun (9) chi sistemani } x_1, x_2$$

o'zgaruvchilarga nisbatan yechamiz:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= 5 - 2x_3 - x_4 \\ x_2 &= -\frac{3}{2} - \frac{1}{2}x_3 - \frac{3}{2}x_4 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Noma'lumlar,  $x_1, x_2$  larni maqsad funksiya (8) ga qo'yib hosil qilamiz.

$$F(x) = \frac{11}{2} - \frac{13}{2}x_3 + \frac{7}{2}x_4 \rightarrow \max \quad (11)$$

Musbatli shartni nazarga olgan holda ( $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$ ) hosil qilamiz:

$$\left. \begin{aligned} 2x_3 + x_4 &\leq 5 \\ 3x_4 - x_3 &\geq 3 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

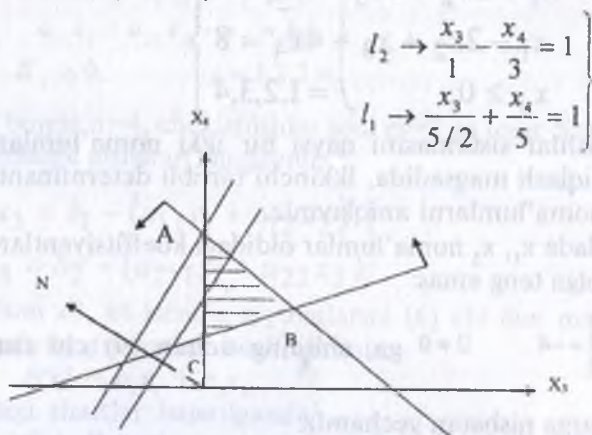
Yangi hosil qilingan IMM quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$\text{Funksional } F(x) = \frac{11}{2} - \frac{13}{2}x_3 + \frac{7}{2}x_4 \rightarrow \max$$

qiymatini

$$\left. \begin{aligned} 2x_3 + x_4 &\leq 5 \\ 3x_4 - x_3 &\geq 3 \\ x_3 &\geq 0, x_4 &\geq 0 \end{aligned} \right\}$$

chekanishlar o'rinli bo'lganda grafik usulda yechimini aniqlaymiz. Avval yechimlar sohasini chekanishlar asosida aniqlaymiz, bu masalada AVC uchburchak bo'ladi (b rasm):



b rasm

Maqsad funksiya chizig'ini aniqlaymiz:

$$\frac{11}{2} - \frac{13}{2}x_3 + \frac{7}{2}x_4 = K = 0, \quad k = \text{const}, \quad k=0 \text{ qabul qilib hosil qilamiz}$$

$$N = N\left(-\frac{13}{2}, \frac{7}{2}\right)$$

$$-\frac{13}{2}x_3 + \frac{7}{2}x_4 = -\frac{11}{2} \quad \text{yoki}$$

$$-13x_3 + 7x_4 = -11$$

A nuqtada maqsad funksiya optimal qiymatga erishadi, shuning uchun A nuqtaning koordinatalarini aniqlaymiz:

$x_3 = 0, x_4 = 5$  chunki  $l_1 \rightarrow 2x_3 + x_4 = 5$  tenglamadan hosil qilindi.

Maqsad funksiyaning qiymatini hisoblaymiz.

$$F(x_3, x_4) = \frac{11}{2} - \frac{13}{2} \cdot 0 + \frac{7}{2} \cdot 5 = \frac{46}{2} = 23$$



$$F(x) = 23 \rightarrow \max$$

optimal yechim vektorning koordinatalarini aniqlaymiz.

$$x = x(x_1, x_2, x_3, x_4)$$

$$x_1 = 5 - 2x_3 - x_4 = 5 - 0 - 5 = 0$$

$$x_2 = -\frac{3}{2} - \frac{1}{2}x_3 + \frac{3}{2}x_4 = -\frac{3}{2} - 0 + \frac{3}{2} \cdot 5 = \frac{12}{2} = 6$$

shunday qilib optimal yechimlar:

$$x_1 = 0, x_2 = 6, x_3 = 0, x_4 = 5 \text{ ga teng bo'lganda}$$

maqsad funksiya eng katta:  $F(x) = 23$  (max) pul qiymatni qabu

**Chiziqli programmashtirish masalasi  $n=3$  bo'lgan hol**

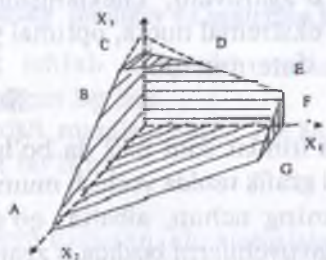
Berilgan cheklanishlarni nazarga olgan holda

$$Z = 28X_1 + 15X_2 - 12X_3$$

chiziqli funksiyaning eng kichik qiymati aniqlansin:

$$\left. \begin{array}{l} X_1 + X_2 + X_3 \leq 5 \\ X_1 \leq 3 \\ X_2 \leq 3 \end{array} \right\} \quad (2)$$

$$\left. \begin{array}{l} X_1 \geq 0 \\ X_2 \geq 0 \\ X_3 \geq 0 \end{array} \right\} \quad (3)$$



Berilgan cheklanishlar sistemasi fazoda joylashgan qavariq  $X_j$  ( $j=1,2,3$ ) nuqtalar to'plamini qanoatlantiradi. Lekin qavariq  $X$  to'plamidagi nuqtalar soni cheksiz bo'lgani uchun, oddiy usulida chiziqli maqsad funksiyani minimumga tenglashtirib bo

Chizmadan ma'lumki qavariq jismning sanoqli A,V,S,X,E cho'qqilari mavjud.

Chiziqli programmashtirish nazariyasidan ma'lumki, funksional jismning biron cho'qqisida minimumga erishadi.

Shuning uchun optimal yechimni aniqlash mumkin, agar funksionalga birin-ketin cho'qqilarning koordinatalarini qo'yib, u kichik qiymatini aniqlaymiz.

Z chiziqli funksionalga A,V,S,D,E,E,O nuqtalarning koord rini qo'yib hisoblaymiz.

- |                 |         |                 |        |
|-----------------|---------|-----------------|--------|
| 1) $A(0, 5, 0)$ | $z=75$  | 4) $D(2, 0, 3)$ | $z=20$ |
| 2) $V(0, 23)$   | $z=-6$  | 5) $E(3, 0, 2)$ | $z=60$ |
| 3) $C(0, 0, 3)$ | $z=-36$ | 6) $F(3, 2, 0)$ | $z=54$ |

$$G(3, 0, 0) \quad z=84$$

$$O(0, 0, 0) \quad z=0$$

Bu qiymatlardan ma'lumki chiziqli maqsad funksiya eng kichik qiymatini  $S(0,0,3)$  nuqtada qabul qiladi

Amaliyotda qo'llanilayotgan chiziqli programmashtirish masalasida  $n$  -o'lchovli fazodagi qavariq jismni cho'qqilari juda ko'p bo'lgani uchun har bir  $n$ -cho'qqida ko'p amallar bajarishni talab qiladi. Matematik programmashtirishda shunday usullar ishlab chiqilgan qavariq jismning faqat tanlangan nuqtalarni ajratib maqsad funksiyani maksimum(minimum) qiymati aniqlanadi, albatta aniq bir talabga asosanib (Masalan, Simpleks usul).

### Tayanch iboralar

Ko'p o'zgaruvchi, cheklanishlar soni, o'zgaruvchilar soni, chiziqli funksiya, ekstremal nuqta, optimal yechim vektori, yarimtekislik, maqsad funksiya, determinant.

### Xulosa

Noma'lumlar soni  $n > 2$  da bo'lganda ham mahsulot ishlab chiqarish masalasini grafik usulda yechish mumkinligiga talabalar qanoat hosil qilishlari kerak, buning uchun, albatta, qo'shimcha shart berilishi kerak hamda qaysi o'zgaruvchilarni boshqa o'zgaruvchilar bilan ifodalash masalasi avval hal qilinib, ikki noma'lumli IMM ga keltirish kerak.

### Takrorlash uchun savollar

1. Masalaning yechimlar sohasini aniqlay olasizmi?
2. Yarim tekislik ta'rifini ifodalang.
3. Grafikda musbatlik sharti qanday aniqlanadi?
4. To'g'ri chiziqni necha usulda hisoblab ko'rsatish mumkin?
5. Optimal yechimning ta'rifini takrorlay olasizmi?
6. Optimal yechim qanday hisoblanadi?
7. Maqsad funksiya chizig'ida ozod son qanday qiymatni qabul qiladi?
8. Ko'pburchakli yechimlar sohasi qaysi chorakda joylashadi?
9. Musbatlik shartni izohlang.

### III – BOB

#### EKSTREMAL MASALALARNI OPTIMALLASHTIRISH.

##### § 7. FIRMA, KORXONANING EKTREMAL MASALALARINI EXCELDA, PASKALDA OPTIMALLASHTIRISH, IQTISODIY - MATEMATIK MODELLARNING TURLARI.

7.1. Iqtisodiy- matematik model, uning umumiy va matritsa ko‘rinishi.

7.2. Mahsulot ishlab chiqarish masalasi turlari (assortiment bo‘yicha).

7.3. Iqtisodiy-matematik modelni Excel-da, Paskal-da optimallashtirish.

7.4. Iqtisodiy-matematik model tenglamalar bilan berilgan hol.

7.1. Iqtisodiy-matematik model, uning umumiy va matritsa ko‘rinishi.

Firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasining cheklanishlari tenglamalar bilan berilgan bo‘lsin.

I hol. Chiziqli programmallashtirish masalalarining IMM umumiy ko‘rinishda yig‘indilar orqali berilgan bo‘lsin:

$$1. \sum_{j=1}^n a_{ij} * x_j \Theta B_j, i = 1, m - \text{resurslarga nisbatan cheklanishlar, (1)}$$

$$2. x_j \geq 0, j = \overline{1, n} - \text{noma'lumlarning musbatlik sharti (2)}$$

$$3. F(x) = \sum_{j=1}^n C_j * x_j \rightarrow \max(\min) \text{ maqsad funksiya (3)}$$

bunda,  $\Theta \rightarrow [=, >, <, \geq, \leq, \dots]$  qiymatlarini qabul qilishi mumkin.  
 $\Theta \leq$  tengsizlik ko‘rinishda berilgan bo‘lsa, xomashyolar zaxirasi mahsulot ishlab chiqarishda sarflanadigan xomashyolardan katta bo‘lgan holni ifodalaydi. -IMM da

$x_j$  - esa, ishlab chiqaradigan mahsulotlarning noma'lum hajmlarini ifodalaydi.

$V_i$  - i turdagi ehtiyojlar – xomashyo zaxiralari.

$C_j$  - j turdagi mahsulotlarning har bir birligidan olinadigan daromadni ifodalaydi. Yechim simpleks usulda aniqlanadi.



II hol. Firma yoki korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasi modelini matritsa ko'rinishda ifodalash mumkin. Cheklanishlar va maqsad funksiya matritsa ko'rinishda berilgan bo'lsin:

$$Ax \leq B. \quad (1)$$

$$x \geq 0 \dots (2) \dots$$

$$F(x) = cx \rightarrow \max(\min) \quad (3) \dots$$

bunda,

$$B = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{pmatrix} \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Ya'ni: A to'g'ri burchakli matritsa, V, X, S, vektorlar yoki bir o'lchovli matritsalar  $\bar{x} = \dots x(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bar{C}(C_1, C_2, \dots, C_n)$ .

## 7.2. Mahsulot ishlab chiqarish masalasi turlari (assortiment) bo'yicha

Masalaning qo'yilishi

Konditer fabrikasida 3 xil xomashyodan foydalanadilar. Bular  $P_1, P_2, P_3$  turdagi xomashyolar bo'lib, bular shakar, murabbo, sharbat hisoblansin. Bulardan uch xil ( $M_1, M_2, M_3$ ) mahsulot ishlab chiqarish talab etilsin. Har bir mahsulotning bir tonnasidan olinadigan daromad  $C_1, C_2, C_3$  pul birligi(m. so'm)ga teng. Yana xomashelarning mahsulotlar ishlab chiqarish uchun sarflanadigan normalari  $a_{ij}$  berilgan. Shunday maqsad funksiyaning son qiymatini topish kerakki, shu mahsulotlardan olinadigan daromadlar yig'indisi eng katta qiymatga teng bo'lsin. Iqtisodiy-matematik model tuzish uchun quyidagi nomalumlarni, ya'ni  $x_1, x_2, x_3$  larni kiritishimiz kerak. Umuman, bunday mahsulotlarning birliklari tonna, metr, litr, dona bo'lishi mumkin. Masalaning boshlang'ich qiymatlari quyidagi jadvalda berilgan bo'lsin:

| Xomashyo turlari                | Mahsulotlarni ishlab chiqarishdaxomashyolarning sarflanadigan normalari |       |       | Xomashyo ehtiyojlari |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------|-------|----------------------|
|                                 | $M_1$                                                                   | $M_2$ | $M_3$ |                      |
| $P_1$ shakar                    | 0,7                                                                     | 0,7   | 0,7   | 700                  |
| $P_2$ murabbo                   | 0,3                                                                     | 0,3   | 0,2   | 300                  |
| $P_3$ sharbat                   |                                                                         | 0,2   | 0,3   | 150                  |
| 1. tonnadan olinadigan daromad. | 100                                                                     | 110   | 120   |                      |

Boshlang'ich shartga ko'ra iqtisodiy-matematik model quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

1. Xomashyolarning sarflanadigan hajmlari xomashyolar zaxiralaridan oshmaslik sharti o'rinli.

$$\left. \begin{aligned} 0,7x_1 + 0,7x_2 + 0,7x_3 &\leq 700 \\ 0,3x_1 + 0,3x_2 + 0,2x_3 &\leq 300 \\ 0,2x_1 + 0,3x_3 &\leq 150 \end{aligned} \right\} (1)$$

2. Noma'lumlarining musbatlik sharti bajarilishi kerak,

$$x_j \geq 0, j = \overline{1,3} \quad (2)$$

3. Maqsad funksiyaning qiymati korxonaning foydasini ifodalaydi.

$$F(x) = 100x_1 + 110x_2 + 120x_3 \rightarrow \max \quad (3)$$

Mahsulot ishlab chiqarish masalasida mahsulotlarning turlariga talab bo'lishi ham mumkin.

Masalan, masalada quyidagi qo'shimcha shartlar berilgan: firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini optimallashtirishda,  $M_3$  turdagi mahsulot hajmi  $M_2$  turdagi mahsulotning hajmidan oshmasligi kerak, ya'ni shunday reja tuzish kerakki, mahsulotlarning turlari bo'yicha ishlab chiqarishda  $x_3 \leq x_2$  shart bajarilsin. Masalada  $M_1$  turdagi mahsulot ishlab chiqarish rejada cheklanmagan.

**Masalani yechishdan maqsad.** Shunday noma'lum hajmlarga ega bo'lgan mahsulotlarning son qiymatlarini aniqlash kerakki, maqsad funksiya optimal qiymatni qabul qilsin, ya'ni ekstremal qiymatni.

### 7.2.a. Masalaning iqtisodiy-matematik modeli

Masalaning qo'yilishi bunday ko'rinishda, ya'ni mahsulotlarning assortiment bo'yicha ishlab chiqarilishi tengsizlik bilan berilganda, hisoblashlarni matematik usullardan foydalanib yechish mumkin.

Shunday qilib, xomashyolarga qo'yiladigan cheklanishlar tengsizliklar sistemasiga yana mahsulotlarni assortiment bo'yicha ishlab chiqarishni ifodalovchi tengsizlik qo'shiladi.

Sistemada  $x_3 \leq x_2$  ko'rinishda tengsizlikni qo'shish mumkin emas, shuning uchun bu tengsizlik yozuvini o'zgartiramiz:

$$x_3 - x_2 \leq 0 \text{ yoki } -x_2 + x_3 \leq 0 \quad (4)$$

Bunday ko'rinishdagi tengsizlik, iqtisodiy-matematik modelga qo'shiladi.

Tengsizliklar sistemasi umumiy ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$\left. \begin{aligned} 1. \quad & 0,7x_1 + 0,7x_2 + 0,7x_3 \leq 700 \\ & 0,3x_1 + 0,3x_2 + 0,2x_3 \leq 300 \\ & 0,2x_1 + 0,3x_2 \leq 500 \\ & -1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 \leq 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$2. \quad x_j \geq 0, j = \overline{1,3} \quad (6)$$

$$3. \quad F(x) = 100x_1 + 110x_2 + 120x_3 \rightarrow \max \quad (7)$$

### 7.2.b. Simpleks tenglamalar sistemasi

Iqtisodiy-matematik modelga E birlik matritsa orqali qo'shimcha o'zgaruvchilarni kiritib, (fiktiv mahsulotlarni  $x_4, x_5, x_6, x_7$ ) tengsizliklar sistemasi, tenglamalar sistemasi bilan almashtiriladi:

$$\left. \begin{aligned} & 0,7x_1 + 0,7x_2 + 0,7x_3 + x_4 = 700 \\ & 0,3x_1 + 0,3x_2 + 0,2x_3 + x_5 = 300 \\ & 0,2x_1 + 0,3x_2 + x_6 = 500 \\ & -1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + x_7 = 0 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Hosil qilingan tenglamalar sistemasini simpleks tenglamalar sistemasi ko'rinishida yozamiz.



$$\left. \begin{aligned} 700 &= 0,7x_1 + 0,7x_2 + 0,7x_3 + x_4 \cdot 1 \\ 300 &= 0,3x_1 + 0,3x_2 + 0,2x_3 + x_4 \cdot 0 + x_5 \cdot 1 \\ 500 &= 0,2x_2 + 0,3x_3 + x_4 \cdot 0 + x_5 \cdot 0 + x_6 \cdot 1 \\ 0 &= -1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + x_4 \cdot 0 + x_5 \cdot 0 + x_6 \cdot 0 + x_7 \cdot 1 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Noma'lumlarning musbatlik sharti o'rinli:

$$x_j \geq 0, \text{ bunda } j = \overline{1,7} \quad (9)$$

Mahsulotlardan olinadigan sof foyda, ya'ni maqsad funksiya quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$F(x) = 100x_1 + 110x_2 + 120x_3 + x_4 \cdot 0 + x_5 \cdot 0 + x_6 \cdot 0 + x_7 \cdot 0 \Rightarrow \max \quad (10)$$

Shunday qilib, (8), (9) va (10) ifodalarning noma'lumlari oldidagi koeffitsiyentlar va ozod hadlardan foydalanib, Simpleks jadval tuziladi.

### 7.2.c. Optimal rejani iteratsiya usulida aniqlash

Simpleks jadvalning kataklarini to'ldirganda boshlang'ich rejada fiktiv mahsulotlarni kiritganda maqsad funksiyaning qiymati — olinadigan sof foyda nolga teng bo'ladi:

$$F_0(x) = 0$$

Simpleks jadval quyidagi ko'rinishni boshlang'ich rejada qabul qiladi:

1-jadval.

| $C_j$       | $P_j$ | $X_0$   | 100   | 110   | 120   | 0     | 0     | 0     | 0     |
|-------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |       |         | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ |
| 0           | $X_4$ | 700     | 0,7   | 0,7   | 0,7   | 1     | 0     | 0     | 0     |
| 0           | $X_5$ | 300     | 0,3   | 0,3   | 0,2   | 0     | 1     | 0     | 0     |
| 0           | $X_6$ | 150     | 0     | 0,2   | 0,3   | 0     | 0     | 1     | 0     |
| 0           | $X_7$ | 0       | 0     | -1    | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| $z_j = C_j$ |       | $F_0=0$ | -100  | -110  | -120  | 0     | 0     | 0     | 0     |

Optimallashtirish uchun kalit ustun, kalit (hal qiluvchi) yo'l elementlari va kalit element aniklanadi.

Ma'lumki, kalit ustun element,  $x_3$  ustun elementlari bo'ladi, chunki  $\min(-100, -110, -120) \Rightarrow -120$ ,  $x_3$  turdagi mahsulot korxonaga eng katta foyda keltiradi.  $X_3$  ustunda -120 soni joylashgani uchun,  $x_3$  ustun kalit ustun bo'ladi.

Shuning uchun  $x_3$  turdagi mahsulot ishlab chiqarishi birinchi bo'lib rejaga kiritiladi, bu ustunni belgilaymiz. Kalit yo'l elementlari esa quyidagi

shartdan aniqlanadi:  $\min (\bar{x}_0 / \bar{x}_3)$  ustunlarning elementlari nisbati. Eng kichik qiymat  $x_7$  qatorda joylashgan bo'ladi, shuning uchun  $x_7$  qator esa kalit yo'l elementlari bo'ladi, uni belgilaymiz. Kalit element birga teng, chunki kalit yul va kalit ustun elementlari kesimida joylashgan.

Yangi simpleks jadvalning hamma elementlari yuqorida ko'rilgan ikkita qoidaga asosan hisoblanadi:

1.  $(\bar{x}_3 / \bar{x}_{k.el})$  — ya'ni eski yo'l elementlarni kalit elementga bo'linadi, kalit yo'l elementlari bu masalada o'zgarmadi, kalit ustun elementlari o'rniga nol qiymatlar yoziladi, kalit element o'rniga 1 (bir) soni yoziladi.

2-jadval.

| $C_j$       | $P_j$ | $X_0$ | 100   | 110   | 120   | 0     | 0     | 0     | 0     |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |       |       | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ |
| 0           | $X_4$ | 700   | 0,7   | 1,4   | 0     | 1     | 0     | 0     | -0,7  |
| 0           | $X_5$ | 300   | 0,3   | 0,5   | 0     | 0     | 1     | 0     | -0,2  |
| 0           | $X_6$ | 150   | 0     | 0,5   | 0     | 0     | 0     | 1     | 0,3   |
| 120         | $X_7$ | 0     | 0     | -1    | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| $z_i = C_i$ |       | 0     | -100  | -230  | 0     | 0     | 0     | 0     | 120   |

2. Simpleks jadvalning qolgan elementlari to'rtburchak qoidasi asosida hisoblanadi.

$$x = a - \frac{b \cdot d}{c_{k,d}}$$



A-rasm.

Agar to'rtburchakda elementlar shu tartibda joylashgan bo'lsa.

3. Qo'shimcha qoida: agar kalit yo'l elementlari orasida nolga teng bo'lgan elementlar qatnashsa, shu ustundagi elementlar o'zgarmaydi (bizning masalamizda  $x_0, x_1, x_4, x_5, x_6$  ustun elementlari).

Ikkinchi jadvalda ikkinchi va uchinchi ustundagi elementlar o'zgarmasdan qoldi, maqsad funksiyaning qiymati ham o'zgarmaydi, chunki maqsad funksiya qatorida bu ustunlardagi elementlar nollarga teng.

Ikkinchi simpleks jadvalda eng katta foyda beriladigan mahsulot  $M_2$  turdagi mahsulot bo'ladi, shuning uchun shu  $X_2$  turdagi mahsulotni rejaga kiritamiz, ya'ni  $X_2$  ustun, kalit ustun bo'ladi, uni belgilaymiz.  $X_6$  yo'l elementlari esa kalit yo'l elementlari (hal qiluvchi yo'l elementlari). Hal qiluvchi element 0,5 ga teng (kalit element).

Rejaga kiritilgan  $M_2$  turdagi mahsulot, yangi simpleks jadvalning elementlarini hisoblashga foydalanadi, hisoblash natijasi uchinchi jadvalda

keltirilgan. Bu iteratsiyada hal qiluvchi  $X_3$  qatordagi mahsulot hajmi, nolning o'rniga 300 son hosil bo'ladi ( $0 - 150 (-1)/0,5 = 300$ ).

Shunday qilib, agar rejaga M2 turdagi mahsulot kiritilsa, biz bir vaqtda M3 turdagi mahsulot hajmini aniqladik, oldingi rejada esa bu turdagi mahsulot nolga teng edi.

Simpleks usulni qo'llab, natijalarni uchinchi jadvalda joylashtiramiz:

3-jadval.

| $C_j$       | $P_j$ | $X_0$ | 100   | 110   | 120   | 0     | 0     | 0     | 0     |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |       |       | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ |
| 0           | $X_4$ | 280   | 0,7   | 0     | 0     | 1     | 0     | -2,8  | 0,14  |
| 0           | $X_5$ | 150   | 0,3   | 0     | 0     | 0     | 0     | -1    | -0,1  |
| 110         | $X_2$ | 300   | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 2,0   | -0,6  |
| 120         | $X_3$ | 300   | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 2,0   | 0,4   |
| $z_i = C_i$ |       | 69000 | -100  | 0     | 0     | 0     | 0     | 460   | -18   |

Maqsad funksiyaning qiymati  $F(x) = 69000$  mln. so'mga teng bo'ladi. Simpleks usulni qo'llab, hosil qilingan jadval 3-da hal qiluvchi ustun  $X_1$  va  $X_4$  hal qiluvchi qator bo'lib, kalit element 0,7 ga teng bo'ladi.

Shunday qilib, rejaga  $X_1$  turdagi noma'lum mahsulot sof foydasi 100 pul birligi bilan kiritiladi, matritsa elementlari esa simpleks usulning qoidalari asosida o'zgartiriladi.

Hisoblashlarni qisqartirish.

Yangi jadvallarning elementlarini hisoblashda avval kalit yo'l elementlari to'ldiriladi, keyin esa matritsaning hamma qolgan elementlari hisoblanadi. Lekin bu tartibni oxirgi simpleks jadvallar tuzishda buzish mumkin. Oxirgi simpleks jadvalda  $S, R, X_0$  ustunlarning elementlarini optimal rejada qaysi turdagi mahsulot kiritilgani, ularni umumiy hajmlari, mahsulotlarning birligidan olinadigan sof foydalar hamda umumiy sof foyda, ya'ni maqsad funksiyaning qiymatini bildiradi.

Oxirgi jadval elementlarini ifodalaymiz.

4-jadval.

| $C_j$       | $P_j$ | $X_0$  | 100   | 110   | 120   | 0     | 0     | 0     | 0     |
|-------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |       |        | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ |
| 100         | $X_4$ | 400    |       |       |       |       |       |       |       |
| 0           | $X_5$ | 30     |       |       |       |       |       |       |       |
| 110         | $X_2$ | 300    |       |       |       |       |       |       |       |
| 120         | $X_3$ | 300    |       |       |       |       |       |       |       |
| $z_i = C_i$ |       | 109000 | 0     | 0     | 0     | 14288 | 0     | 60    | 2     |

Maqsad funksiya qatorida manfiy elementlar yo'q, shuning uchun hosil bo'lgan reja optimal hisoblanadi.



1- ta'rif : yechim  $x^* = x(x_1, x_2, \dots, x_n)$  bazis yechim hisoblanadi, u yoki ular cheklanishlarni qanoatlantirsa.

2- ta'rif : yechim  $x^* = x(x_1, x_2, \dots, x_n)$  optimal yechim hisoblanadi, agar u yoki ular cheklanishlar va maqsad funksiyani qanoatlantirsa.

#### 7.2.d. Optimal yechimni tekshirish

Optimal rejada uch turdagi qandolat mahsulotlari kiritilgan:

$M_1 - 400$  tonna,  $M_2 - 300$  tonna,  $M_3 - 300$  tonna.

Bu reja cheklanishlarni qanoatlantiradi, xomashyolarning zahiralarga nisbatan:

Shakar uchun  $400 \cdot 0,7 + 300 \cdot 0,7 + 300 \cdot 0,7 = 700$  t.

Murabbo uchun  $400 \cdot 0,3 + 300 \cdot 0,3 + 300 \cdot 0,3 = 300$  t.

Sharbat uchun  $300 \cdot 0,2 + 300 \cdot 0,3 = 150$  t.

Assortiment bo'yicha xam shart bajariladi:  $X_3 \leq X_2$ , ya'ni

300K, 300. Umumiy sof daromad quyidagicha:

$F_{op}(x) = 400 \cdot 100 + 300 \cdot 110 + 300 \cdot 120 = 109000$  sumga teng bo'ladi, bu qiymatni maqsad funksiya qatorida ko'rish mumkin.

Masalaning simpleks usulida dasturi «Paskal» algoritmik tilida tuzilgan va institut saytida joylashtirilgan.

#### 7.3. Iqtisodiy-matematik modelni Excel - da optimallashtirish

Firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini, ya'ni chiziqli dasturlashtirish Simpleks usulida optimallashtirish «Matematik dasturlash» fanining ma'ruzalar matniga keltirilganini nazarga olgan holda, bu masalani Excel - da yechamiz.

**Masalaning qo'yilishi.** Ishlab chiqarish korxonasi (masalan, mebel fabrikasi) stol va stullar ishlab chiqaradi. Mahsulot ishlab chiqarish uchun resurslarning xarajat normalari va mahsulotlarning birligidan olinadigan daromadlar quyidagi A jadvalda keltirilgan.

| RESURLAR                                           | STOLLAR | STULLAR | RESURLAR HAJMI |
|----------------------------------------------------|---------|---------|----------------|
| Yog'och xarajatlari m3                             | 0,5     | 0,04    | 200            |
| Mehnat xarajatlari<br>Odam-soat                    | 12      | 0,6     | 1800           |
| Mahsulot birligidan<br>olinadigan sof foyda, so'm. | 180     | 20      |                |

Bundan tashqari, hokimiyat 80 ta stol tayyorlash uchun kontrakt tuzgan, bu kontrakt, albatta, bajarilishi kerak. Maqsad: shunday qilib, korxonaning ishlab chiqarish optimal programmasini tuzish kerakki, mahsulotni realizatsiya qilishdan olinadigan sof foyda maksimum qiymatga erishsin.

### Iqtisodiy—matematik model

Iqtisodiy—matematik model tuzish uchun noma'lumlarni kiritamiz.

$x_1$  - stollar soni;

$x_2$  - stollar soni.

Bu holda cheklanishlar sistemasi va maqsad funksiya quyidagi ko'rinishda yoziladi :

$180x_1 + 20x_2 \rightarrow \max$  (maqsad funksiya);

$0.5x_1 + 0.04x_2 \leq 200$  (yog'ochga nisbatan cheklanish);

$12x_1 + 0.6x_2 \leq 1800$  (mehnatga nisbatan cheklanish);

$x_1, 80 \geq$  (hokimiyat bilan kontrakt);

$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0;$

$x_1, x_2$  - butun sonlar.

Oxirgi cheklanishni minus birga ko'paytirib, bir xil alomatga ega bo'lgan cheklanishlarni hosil qilamiz.

Masalani Excel da yechish uchun uni 7.1. rasmda berilgan ko'rinishda yozamiz[38].

|    | A                   | B               | C      | D      | E |
|----|---------------------|-----------------|--------|--------|---|
| 1  | x                   | оправ.          | ресурс |        |   |
| 2  | 0                   | =0,5*A2+0,04*A3 | <=     | 200    |   |
| 3  | 0                   | =12*A2+0,6*A3   | <=     | 1800   |   |
| 4  | Прибыль от ед. изд. | 180             | 20     |        |   |
| 5  | Целевая функция     | =A2*B4          | =A3*C4 | =B5+C5 |   |
| 6  |                     |                 |        |        |   |
| 7  |                     |                 |        |        |   |
| 8  |                     |                 |        |        |   |
| 9  |                     |                 |        |        |   |
| 10 |                     |                 |        |        |   |
| 11 |                     |                 |        |        |   |
| 12 |                     |                 |        |        |   |
| 13 |                     |                 |        |        |   |
| 14 |                     |                 |        |        |   |
| 15 |                     |                 |        |        |   |

7.1-rasm. Chiziqli optimallashtirish masalasining boshlang'ich qiymatlarini yozish



Masalani yechish uchun *Servis-Poisk yechim menusini chaqiramiz (Tools-Solver)*.

Bu holda ochilgan «*Poisk resheniya*» muloqot oynada (7.2-rasm.) ko'rsatamiz:

- maqsad funksiya yacheykasining adresi (bizning misolimizda D5);
- izlanayotgan yacheykalar diapazoni (A2:A3);
- cheklanishlar:  $A2 \geq 80$

A2:A3

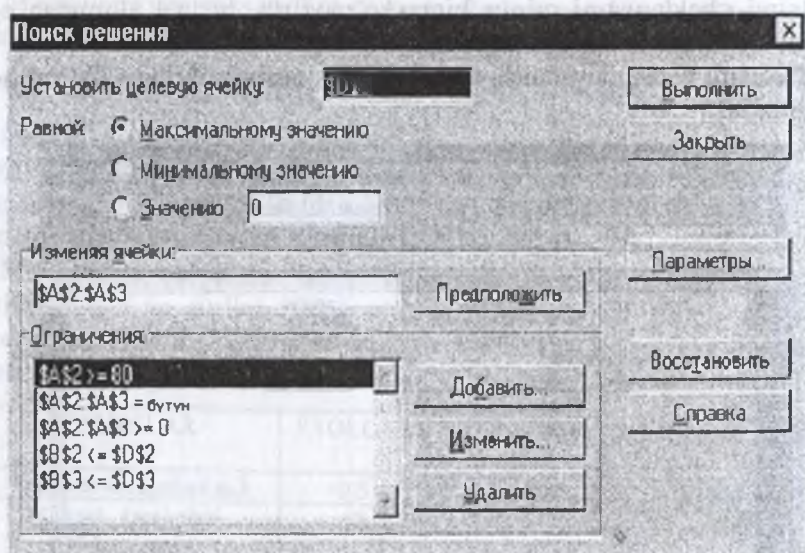
$A2:A3 \geq 0$

$V2 \leq D2$

$B3 \leq D3$ .

Qo'shimchalar, o'zgarishlar, cheklanishlarni o'chirish quyidagi tugmalar orqali bajariladi: *Добавить, Изменить, Удалить (Add, Change, Delete)*.

Optimal yechimini aniqlash uchun *Выполнит (Solve)* tugmasi bosiladi. Natijada jadvalda maqsad funksiyaning qiymati - 42400 mln, so'm.  $x_1 = 80$  i  $x_2 = 1400$  ga teng bo'lganda (7.3-rasm).



7.2 - rasm. «*Poisk resheniya*» dialog darchasi

«*Poiska resheniya*» dialog darchasi natijani hosil qilishiga imkon beradi (7.3-rasm.):

- ishchi varaqasida aniqlangan optimal yechimni saqlab turadi;



- boshlang'ich qiymatlarni qayta tiklaydi;
- senariyni saqlab turadi;
- natijalarning hisobotini berish, turg'unlik chegaralarni, aniqlangan yechimni tahlil qilishga kerak bo'lgani uchun.

|    | A                    | B    | C          | D     | E         | F |
|----|----------------------|------|------------|-------|-----------|---|
| 1  | X                    |      | чекановлар |       | захиралар |   |
| 2  |                      | 80   | 94         | 200   |           |   |
| 3  |                      | 1400 | 1800       | 1800  |           |   |
| 4  | Макс. бирлидан фойда |      | 180        | 20    |           |   |
| 5  | Максад функция       |      | 14400      | 28000 | 42400     |   |
| 6  |                      |      |            |       |           |   |
| 7  |                      |      |            |       |           |   |
| 8  |                      |      |            |       |           |   |
| 9  |                      |      |            |       |           |   |
| 10 |                      |      |            |       |           |   |
| 11 |                      |      |            |       |           |   |
| 12 |                      |      |            |       |           |   |
| 13 |                      |      |            |       |           |   |
| 14 |                      |      |            |       |           |   |

7.3 - rasm. Aniqlangan optimal yechim ishchi varaqasi

**Результаты поиска решения**

Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.

Тип отчета:

☒ Сохранить найденное решение

☐ Восстановить исходные значения

Результаты

Устойчивость

Пределы

OK Отмена Сохранить сценарий... Справка

7.4 - rasm "Результат поиска решения" dialog darchasi

Agar OK tugmasi bosilsa, bunda boshlang'ich jadval o'rnida, optimal yechim qiymatlari jadvalini hosil qilamiz (7.3-rasm).

Yechimlar natijasidan ma'lumki, korxona stollar ishlab chiqarishdan foyda ko'rmaydi. Shuning uchun stollar ishlab chiqarishni kontrakt bo'yicha bajarib, qolgan resurslarni stollar ishlab chiqarishiga yo'naltirgan.

Korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini optimallashtirish Paskal tilida institutning saytida berilgan.

#### 7.4. Iqtisodiy-matematik model tenglamalar bilan berilgan hol

III hol. Firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasi tenglamalar bilan berilgan bo'lsin.

##### Masalaning qo'yilishi:

Agar  $M_1$  turdagi mahsulotning hajmi  $M_2$  turdagi mahsulotning hajmidan 2 baravar ko'p bo'lsa, va  $M_2$  turdagi mahsulot  $M_3$  turdagi mahsulotning hajmiga teng, ya'ni,  $M_2=M_3$  bo'lgan holni ko'ramiz. Bu masala uchun qolgan boshqa shartlar yuqorida ko'rilgan shartlar ko'rinishida ifodalangan bo'ladi. Bunday masalani simpleks usuli yordamida yechib bo'lmaydi. Masalani yechish uchun  $x_1, x_2, x_3$ , orqali ishlab chiqaradigan mahsulotlarning umumiy noma'lum hajmlarini belgilaymiz. Bu holda, agar birinchi turdagi mahsulot hajmini qolgan mahsulotlarga ko'ra 2 marta ko'p hajmga ega bo'lsa, bu shartni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$0,5x_1=x_2=x_3, \quad (a)$$

Ya'ni, birinchi turdagi mahsulot 2 tonna ishlab chiqarilsa, 2- turdagi mahsulot 1 tonna hajmda ishlab chiqariladi. Shu (a) ko'rinishdagi mahsulotlar uchun to'plam tuzib, har birining noma'lum hajmlarini hisoblaymiz. Buning uchun masalani berilgan masalaning shartiga ko'ra, to'plam sonlari hisoblanadi. To'plamlarga shakardan qancha sarflanganini hisoblaymiz va qolgan boshqa xomashyolarning sarflanishini bir to'plam uchun aniqlaymiz, ular quyidagilarga teng bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} P_1 - \text{shakar} &\rightarrow 2 \cdot a_{11} + I \cdot a_{12} + I \cdot a_{23} = R_1 \\ P_2 - \text{sharbat} &\rightarrow 2 \cdot a_{21} + I \cdot a_{22} + I \cdot a_{23} = R_2 \\ P_3 - \text{murabbo} &\rightarrow 2 \cdot a_{31} + I \cdot a_{32} + I \cdot a_{33} = R_3 \end{aligned} \right\} \quad (v)$$

Lekin shartga ko'ra  $V_1, V_2, V_3$  orqali korxonalarda xomashyolar zaxiralarining hajmlari berilgan.

Shuning uchun bu zahiralardan nechtdan to'plamlar tuzilishi mumkin bo'lgan sonlarini hisoblash mumkin. Buning uchun xomashyolarning ( $V_j$ )-ehtiyojlarini bir to'plamga sarflanadigan xom ashyolarning hajmlariga nisbatini olamiz:

$$\left. \begin{aligned} P_1 - \text{shakardan} &\rightarrow V_1: R_1=Y_1 \\ P_2 - \text{sharbatdan} &\rightarrow V_2: R_2=Y_2 \\ P_3 - \text{murabbodan} &\rightarrow V_3: R_3=Y_3 \end{aligned} \right\} \quad (s)$$

$Y_i$  - to'plamlarning soni ( $i=1, 3$ ).

Hosil bo'lgan to'plamlar sonining eng kichigi tanlanadi.

$$\min(y_1, y_2, y_3) \rightarrow y_1 \quad (d)$$

Eng kichik sonini olishimiz sababi shundaki, faqat shu holda zaxiralar xarajatlarining umumiy hajmi, bu to'plamlar sonidan oshmasligi kerak, (d) shartini nazarga olgan holda, ishlab chiqaradigan mahsulotlarning umumiy hajmlari quyidagi qiymatga ega bo'ladi.

$$M_1 \rightarrow u_1 * 2; M_2 \rightarrow u_1 * 1; M_3 \rightarrow u_1 * 1;$$

Vektor ko'rinishda esa:  $X(x_1, x_2, x_3) = X(2y_1, y_{1*1}, y_{1*1})$  ko'rinishni qabul qiladi.

Noma'lum mahsulotlarning hajmlari aniqlanadi.

Mahsulotlar hajmini, ularning xajmlarining birligidan olinadigan foydalarga ko'paytirib, korxonaning umumiy daromadini hisoblash mumkin, ya'ni maqsad funksiyaning qiymati hisoblanadi:

$$F(x) = 2 * C_1 Y_1 + 1 * C_2 Y_2 + 1 * C_3 Y_1$$

Maqsad funksiyaning son qiymati, ya'ni korxonaning umumiy olinadigan foydasi simpleks usulida olingan foydaga yaqin qiymatga ega bo'lishi kerak. Bu holda, korxonaning daromadi optimal qiymatga teng emas.

Masala. Bunday masalani yechish uchun avval  $V_1, V_2, V_3$  sarf qiladigan xomashyo zaxiralarining hajmlari hisoblanadi, yana  $A$  xomashyolarning sarflanadigan normalari va  $S_1, S_2, S_3$  mahsulotlarning birligidan olinadigan sof foydalar berilgan. Yuqorida berilgan boshlang'ich shartlarga ko'ra har bir to'plamlarga xomashyolarning sarflanadigan hajmlarini aniqlaymiz:

$$1) \sum_{j=1}^3 d_{ij} x_j = P_i, \text{ bunda } i=1,3, \text{ ya'ni}$$

$$2 * 0,7 + 1 * 0,7 + 0,7 = 2,8t.$$

$$\text{shakar} \Rightarrow R_1$$

$$2 * 0,3 + 1 * 0,3 + 1 * 0,2 = 1,1t.$$

$$\text{sharbat} \Rightarrow R_2$$

$$2 * 0 + 1 * 0,2 + 1 * 0,3 = 0,5t.$$

$$\text{murabbo} \Rightarrow R_3$$

2) Har bir xomashyolardan nechtdan to'plamlar tuzish mumkin bo'lganini hisoblaymiz.

$$B_i: P_i = Y_i, \text{ bunda } i=1,3, \text{ ya'ni}$$

$$700 t.: 2,8 t. = 250$$

$$300 t.: 1,1 t. = 273$$

$$150 t.: 0,5 t. = 300$$

Bu to'plamlardan eng kichigini aniqlaymiz,  $\min y_i$ , ya'ni

$$3) \min(250, 273, 300) \rightarrow 250$$



Shu to'plamlar uchun mahsulotlarni qanchadan ishlab chiqaradigan umumiy hajmlarini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} 4) \quad m_1 &= 250 \cdot 2 = 500 \text{ t.} \Rightarrow x_1 \\ m_2 &= 250 \cdot 1 = 250 \text{ t.} \Rightarrow x_2 \\ m_3 &= 250 \cdot 1 = 250 \text{ t.} \Rightarrow x_3 \\ x(x_1, x_2, x_3) &= x(500, 250, 250) \end{aligned}$$

$$\text{Maqsad funksiyaning qiymatini hisoblaymiz: } F(x) = \sum_j C_j X_j \rightarrow \max,$$

ya'ni firma korxonasini ishlab chiqaradigan mahsulotlaridan olinadigan umumiy foydani hisoblaymiz:

$$F(x) = 500 \cdot 100 + 250 \cdot 110 + 250 \cdot 120 = 107500 \text{ so'm}$$

Optimal yechim esa quyidagi qiymatga teng:  $F_{\text{opt}}(x) = 110000 \text{ so'm}$ .

Ularining ayirmasi:  $\Delta F = 2500 \text{ so'm}$ , ( $\Delta F = F_{\text{opt}} - F$ ), ya'ni bu usul bilan yechganda  $F(x)$  2500 so'mga farq qilar ekan.

Mahsulotlarni turlari bo'yicha ishlab chiqarish masalasi yechildi, ma'lumki bu usulni qo'llash kerak, agar Simpleks usulini qo'llash iloji bulmagan holda.

II masala:

Masalada firma, korxonaning  $M_1, M_2, M_3$  turdagi mahsulotlarni ishlab chiqarishi quyidagi tengliklar bilan berilgan bo'lsin:  $M_1 = 4M_2 = 4M_3$  (qo'shimcha shart) hamda iqtisodiy-matematik modeli berilgan bo'lsin. Qo'shimcha shartni qo'shib quyidagi IMM ni hosil qilamiz:

$$\begin{cases} 0,1X_1 + 0,3X_2 + 0,4X_3 = 300 \\ 0,5X_1 + 0,2X_2 + 0,1X_3 = 200 \\ 0,4X_1 + 0,1X_2 + 0,3X_3 = 150 \end{cases} \quad (1)$$

$$X_j \geq 0 \quad (2)$$

$$F(x) = 80x_1 + 70x_2 + 120x_3 \rightarrow \max \quad (3)$$

Agar  $X_1, X_2, X_3$  orqali noma'lum mahsulotlar hajmlari ifodalangan bo'lsa, bu holda qo'shimcha shart uchun quyidagi tengliklar o'rinli bo'ladi:

$$M_2 = M_1; 4 = 0,25M_1; \text{ ya'ni } 0,25X_1 = X_2 = X_3$$

Ya'ni,  $M_2, M_3$  mahsulotlarning har 1 tonnasiga  $M_1$  ning 4 t. mahsulotini ishlab chiqarish kerak ekan. Har bir to'plamga sarflanadigan xomashyolar hajmini hisoblaymiz:

$$\left. \begin{aligned} 0,1*4+0,3*1+0,4*1 &= 1,1 \Rightarrow R1 \\ 0,5*4+0,2*1+0,1*1 &= 2,3 \Rightarrow R2 \\ 0,4*4+0,1*1+0,3*1 &= 2 \Rightarrow R3 \end{aligned} \right\}$$

To'plamlar sonini aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} 2) \quad 300t:1,1 &= 273 \\ 200t:2,3 &= 87 \\ 150t:2 &= 75 \end{aligned}$$

Shu to'plamlardan eng kichigini tanlaymiz, bu son hamma xom ashyolardan ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan to'plamlar soniga teng bo'ladi:

$$3) \text{ min } (273, 87, 75) \rightarrow 75$$

Ishlab chiqaradigan mahsulotlarning hajmlarini hisoblaymiz:

$$\left. \begin{aligned} M_1 &\Rightarrow 75*4=300t \Rightarrow X_1 \\ M_2 &\Rightarrow 75*1=75t \Rightarrow X_2 \\ M_3 &\Rightarrow 75*1=75t \Rightarrow X_3 \end{aligned} \right\}$$

Vektor ko'rinishi  $x(x_1, x_2, x_3) = x(300, 75, 75)$

Maqsad funksiyaning qiymatini hisoblaymiz:

$$F(x) = 80*300 + 70*75 + 120*75 = 24000 + 5250 + 9000 = 38250 \rightarrow \max$$

Olinadigan daromad 38 mln. so'mdan oshgan.

Shunday qilib, firmaning mahsulot ishlab chiqarish masalalari har xil ko'rinishlarda berilishi mumkin va ularni yechish usullari ham bir necha xil bo'lishi mumkin. Lekin shuni nazarda olish kerakki, optimal yechim eng katta daromadni aniqlovchi hol bo'ladi, qolgan usullarda maqsad funksiyaning qiymati optimal qiymatga yaqin bo'ladi.

Masalaning tahlil etishini esa, o'quvchilarga havola etiladi.

### Tayanch iboralar

Mahsulot ishlab chiqarishda proparsionallik, to'plam, birikma, qo'shimcha shartlar, ehtiyojlar, xomashyolar, vektorlar, mahsulot turlari, daromad, assortiment firma, Excel, muloqot oyna, optimal yechim ishchi varaqa, IMM tenglamalar bilan berilgan hol.

### Xulosa

Firma, korxonaning ekstremal masalalarini Excelda yoki Paskal programmalashtirish tilida programmasi tuzishni takrorlab, standart programmadan yoki sistemadan foydalanib berilgan IMMga asoslanib

optimal yechimning aniqlashi talabalarga tushuntiriladi va mustaqil kompyuterda masalani yechishga chorlaydi. Masalan, Excelda yechishda avval Servis-Poisk yechim menuasi chaqiriladi, bu holda «Poisk resheniya» muloqot oynada boshlang'ich qiymatlar uchun yachevkalar ajratiladi, keyin esa Добавить, Изменить, Удалить Выполнит tugmalari bosiladi tugmaladi va masalaning yechimi aniqlanadi.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Mahsulot ishlab chiqarishning necha turlari mavjud?
2. IMM da cheklanishlar soniga qo'shimcha shart qo'shilishi mumkinmi?
3. Xomashyolar birikmasi haqida nimani bilasiz?
4. To'plamlar soni qanday aniqlanadi?
5. Qaysi bir holda firma eng katta daromad oladi?
6. Mahsulotlarning turlari bo'yicha ishlab chiqarishni qanday tushunasiz?
7. Assortiment bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish masalasida maqsad funksiyasi  $F(x)$  optimal qiymatdan katta farq qiladimi?
8. To'plamlar orasida qanday qiymati tanlanadi?
9. Maqsad funksiyani hisoblashda o'zgaruvchilar qanday qiymatga ega?
10. Mahsulotning ishlab chiqaradigan hajmi qanday aniqlanadi?
11. Assortiment masalasida cheklanishlarning farqi nimada?
12. Masalada bazis yechimning qiymati aniq songa tengmi?
13. Tengsizliklar soni cheklanishda necha songa teng?
14. Yechimni qanday tahlil qilasiz?
15. Optimal yechimni qanday aniqlaysiz?
16. Birlik matritsa simpleks usulda hisoblashda yechimiga ta'sir etadimi?



## § 8. MIKROIQTISODIY MODELAR TIZIMLARINI TUZISH VA QO'LLASH, CHEKLANISHLAR TENGLAMALAR BILAN BERILGAN M-USUL

- 8.1. Masalaning qo'yilishi.
- 8.2. Mikroiqtisodiy modelar tuzish. M-usul.
- 8.3. Iqtisodiy - matematik modelning umumiy ko'rinishi.
- 8.4. Simpleks usulda optimallashtirish.

### 8.1. Masalaning qo'yilishi.

Firmalarning mahsulot ishlab chiqarish masalalarining bir katuruhini maqsad funksiyaning eng kichik qiymatini topish masalashkil etadi, ularda kerakli cheklanishlarni nazarga olgan holda, armahsulotlar ishlab chiqarishi talab etiladi. Bu masalalar to'qimachisanoati masalalari, yengil sanoatda bichish masalasi, oziq-ovqatsanoatida qorishmalar va diyeta masalalari, turli sanoatlarga kerak bo'larash materiallarni bichish masalasi va boshqalar hisoblanadi. Yengilsanoatda, ya'ni to'qimachilik sanoatida paxta turlari va sifatlariga asoslan qorishmalar tuziladi.

Bu qorishmalardan har xil raqamli ip gazlamalari va iplar o'ralar. Bu iplar har xil fizikaviy va ximiyaviy xossalarga ega bo'lishi zarurshuning uchun kerakli xossaga ega bo'lgan gazlamalarni to'qishdan olin qorishmalarni optimallashtirish zarur.

Xuddi shu usulda oziq-ovqat sanoatida ham qorishmalar tuziladi. qorishmalardan bolalar bog'chalarida, yaslilarda, armiya safida xizmat qiladigan askarlar uchun, tarkibida kerakli miqdorda ozuqalari, vitaminlar bo'lgan qorishmalar tuzishda foydalanish mumkin, bu holda quyidagi masalani ko'rish mumkin.

Qorishma masalasi: Ovqat ratsionlarini tuzishda, albatta, tarkibida kerakli miqdorda oqsillar 0,3(30%), yog'lar 0,2 (20%), uglevodlar 0,4(40%) va boshqa to'yimli moddalar 0,1 (10%) bo'lishi kerak. Bu moddalarni o'z tarkibida optimal ravishda saqlaydigan qorishmalar tuzish uchun to'rt xil xomashyolardan foydalanish kerak bo'lishi zarur.

Masalaning boshlang'ich sharti quyidagi jadvalda berilgan:

| Kerakli moddalar        | Xarajatlar, xomashyo norm. |     |     | Qorishma tarkibidagi moddalar. |
|-------------------------|----------------------------|-----|-----|--------------------------------|
|                         | M1                         | M2  | M3  |                                |
| P1-oqsillar.            | 0,3                        | 0,1 | 0,6 | 0,3                            |
| P2-yog'lar.             | 0,1                        | 0,2 | 0,2 | 0,2                            |
| P3-uglevod.             | 0,5                        | 0,6 | 0,1 | 0,4                            |
| P4-vitamin.             | 0,1                        | 0,1 | 0,1 | 0,1                            |
| Mahsulotning i/ch narxi | 4                          | 2   | 3   |                                |

## 8.2. Mikroiqtisodiy modellar tuzish. M-usul.

I. Hol . Cheklanishlar tenglamalar bilan berilgan.

Iqtisodiy-matematik model tuzamiz. Buning uchun  $x_1, x_2, x_3$  noma'lumlarni kiritamiz va ular orqali xomashyolarni sarflaydigan umumiy hajmlarini belgilaymiz. Bu holda qorishma tarkibida bo'ladigan moddalar uchun cheklanishlar o'rinli bo'lishi kerak.

I- cheklanish. Birinchi cheklanish qorishmada oqsillar hajmi 0,3 qismdan kam bo'lmashligini ifodalaydi va qolgan to'yimli moddalar uchun ham qorishma tarkibidagi moddalar 0,2, 0,4, 0,1 qismlardan oz bo'lmashligini ifodalaydigan cheklanishlar quyidagi sistema orqali ifodalanadi:

$$\begin{aligned} 0,3x_1 + 0,1x_2 + 0,6x_3 &= 0,3 \\ 0,1x_1 + 0,2x_2 + 0,2x_3 &= 0,2 \\ 0,5x_1 + 0,6x_2 + 0,1x_3 &= 0,4 \\ 0,1x_1 + 0,1x_2 + 0,1x_3 &= 0,1 \end{aligned} \quad (a)$$

Qorishma masalasi uchun yana quyidagi qo'shimcha cheklanish o'rinli:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1 \quad (b)$$

Ya'ni, qorishma modelini tuzishda, yana shuni nazarga olish kerakki, noma'lumlar yig'indisi biron bir songa teng bo'lishi kerak. Umumiy holda no'malumlar yig'indisini birga tenglashtirish kerak. Noma'lumlar uchun musbatlik sharti o'rinli:

$$x_j \geq 0 \quad \text{bunda} \quad j=1,3 \quad (s)$$

Maqsad funksiya qiymati quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$F(x)=4x_1+2x_2+3x_3 \quad \text{min} \quad (d)$$

Tuzadigan qorishma eng arzon qiymatga ega bo'lishi kerak.

## 8.3. Iqtisodiy - matematik modelning umumiy ko'rinishi.

Shunday qilib (a,v,s) cheklanishlar va (d) maqsad funksiya birgalikda qorishma masalasining iqtisodiy-matematik modelini hosil qiladi.

Iqtisodiy-matematik modelning umumiy ko'rinishi:

$$I. \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j = b_j \quad \text{bunda,} \quad i=1, m$$

$$II. \sum_{j=1}^n x_j = R$$

$$III. x_j \geq 0,$$

$$IV. F(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min$$

#### 8.4. Simpleks usulda optimallashtirish.

Berilgan boshlang'ich qiymatlarga ko'ra simpleks tenglamalar sistemasi, keyin esa simpleks jadval tuzamiz. Simpleks jadvalda avval birinchi uchta ustunni to'ldirish kerak, bu ustunlarda boshlang'ich reja qiymatlari yoziladi, ya'ni boshlang'ich rejaga fiktiv xomashyolarni kiritamiz, ular birligining tan narxi eng katta M soniga teng bo'lsin. Boshlang'ich rejaning qiymati bu holda eng katta qiymat  $-2M$  -ga teng bo'ladi. Endi jadvalning qolgan ustunlarini simpleks tenglamalar sistemadagi noma'lumlar oldidagi koeffitsiyentlarni joylashtiramiz. Bu qiymatlarda boshlang'ich rejaning maqsad funksiyasini hisoblash mumkin:

$$F_0(x) = \sum_{j=1}^n C_j X_{0j} = 2M, \text{ ya'ni } F_0(x) = (0, 3 + 0, 2 + 0, 4 + 0, 1 + 1) M = 2M$$

Bunda M-qo'shimcha o'zgaruvchilar birligining narxi. Maqsad funksiya qatorining qolgan elementlari ham shunday hisoblanib, noma'lumlar hajmlari birliklarining tan narxlariga teng bo'ladi, ya'ni:

A-jadval.

| $C_j$ | $P_j$ | $X_0$      | 4        | 2        | 3        | M     | M     | M     | M     | M     | $X_0$ |
|-------|-------|------------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |       |            | $x_1$    | $x_2$    | $x_3$    | $x_4$ | $x_5$ | $x_6$ | $x_7$ | $x_8$ | $x_2$ |
| M     | $x_4$ | 0,3        | 0,3      | 0,1      | 0,6      | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3     |
| M     | $x_5$ | 0,2        | 0,1      | 0,2      | 0,2      | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| M     | $x_6$ | 0,4        | 0,5      | 0,6      | 0,1      | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 2/3   |
| M     | $x_7$ | 0,1        | 0,1      | 0,1      | 0,1      | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     |
| M     | $x_8$ | 1          | 1        | 1        | 1        | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     |
| $Z_1$ | $C_j$ | $F_0 - 2M$ | $2M - 4$ | $2M - 2$ | $2M - 3$ | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |       |

Maqsad funksiya qatorining birinchi x1 ustuni uchun quyidagi o'rinli:

$$EI = \sum C_j \cdot x_{1j} = (0,3M + 0,1M + 0,5M + 0,1 \cdot M + 1 \cdot M) - 4 = 2M - 4$$

Qolgan ustunlar uchun ham shu amallar bajariladi. Simpleks jadval kataklarini to'ldiramiz. Shu masalani optimallashtirishga o'tamiz, ya'ni



ustun, kalit yo'l, kalit elementlarni aniqlaymiz, shuning uchun sad funksiya qatorida eng katta sonni belgilaymiz:

$$(2M-4, 2M-2, 2M-3) \rightarrow 2M-2 \rightarrow x_2$$

Bu katta son  $x_2$  ustunda joylashayapti, shu ustun kalit ustun hisoblanadi. i kalit yo'l elementlarini aniqlaymiz. Buning uchun  $x_0$  ustun entlarini kalit ustun ( $x_2$ ) elementlariga bo'lib, eng kichigini tanlaymiz, eng kichik element  $x_6$  yo'lda joylashgan, 0,6 ga teng qiymat, kalit nent bo'ladi. Qolgan hamma hisoblashlarni simpleks usulda mallashtirish masalasida qanday bajargan bo'lsak, shunday takrorlanadi. ingi iteratsiyalarni simpleks jadvallarda hisoblab, optimal yechimini laymiz. Qorishmaning optimal qiymati  $F(x)=36/15$  so'mga teng.

B - jadval.

| $C_i$ | $P_i$ | $X_0$                        | $X_1$                        | $X_2$ | $X_3$                        | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$                           | $X_7$ | $X_8$ |
|-------|-------|------------------------------|------------------------------|-------|------------------------------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|
| M     | $X_4$ | $\frac{7}{30}$               | $\frac{13}{60}$              | 0     | $\frac{7}{12}$               | 1     | 0     | $-\frac{1}{6}$                  | 0     | 0     |
| M     | $X_5$ | $\frac{1}{15}$               | $-\frac{1}{15}$              | 0     | $\frac{1}{6}$                | 0     | 1     | $-\frac{1}{3}$                  | 0     | 0     |
| 2     | $X_2$ | $\frac{2}{3}$                | $\frac{5}{6}$                | 1     | $\frac{1}{6}$                | 0     | 0     | $\frac{10}{6}$                  | 0     | 0     |
| M     | $X_7$ | $\frac{1}{30}$               | $\frac{1}{30}$               | 0     | $\frac{1}{12}$               | 0     | 0     | $-\frac{1}{6}$                  | 1     | 0     |
| M     | $X_8$ | $\frac{1}{3}$                | $\frac{1}{6}$                | 0     | $\frac{5}{6}$                | 0     | 0     | $-\frac{10}{6}$                 | 0     | 1     |
| $Z_j$ | $C_j$ | $\frac{2}{3}M + \frac{4}{3}$ | $\frac{1}{3}M + \frac{7}{3}$ | 0     | $\frac{5}{3}M - \frac{8}{3}$ | 0     | 0     | $-\frac{20}{6}M + \frac{20}{6}$ | 0     | 0     |

C - jadval.

| $C_i$ | $P_i$ | $X_0$           | $X_1$                           | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$                           | $X_5$ | $X_6$                          | $X_7$ | $X_8$ |
|-------|-------|-----------------|---------------------------------|-------|-------|---------------------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|
| Z     | $X_1$ | $\frac{2}{5}$   | $\frac{13}{35}$                 | 0     | 1     | $\frac{12}{7}$                  | 0     | $\frac{2}{7}$                  | 0     | 0     |
| M     | $X_5$ | 0               | $-\frac{9}{70}$                 | 0     | 0     | $-\frac{2}{7}$                  | 1     | $-\frac{6}{21}$                | 0     | 0     |
| 2     | $X_2$ | $\frac{3}{5}$   | $\frac{27}{35}$                 | 1     | 0     | $\frac{2}{7}$                   | 0     | $\frac{13}{7}$                 | 0     | 0     |
| M     | $X_7$ | 0               | $\frac{1}{70}$                  | 0     | 0     | $-\frac{1}{7}$                  | 0     | $-\frac{1}{7}$                 | 1     | 0     |
| M     | $X_8$ | 8               | $\frac{1}{7}$                   | 0     | 0     | $-\frac{10}{7}$                 | 0     | $-\frac{10}{7}$                | 0     | 1     |
| $Z_j$ | $C_j$ | $\frac{36}{15}$ | $-\frac{2}{7}M + \frac{47}{35}$ | 0     | 0     | $-\frac{20}{7}M + \frac{32}{7}$ | 0     | $\frac{20}{7}M + \frac{18}{7}$ | 0     | 0     |

Bu yechim  $X^* = x(x_3, x_5, x_2, x_7, x_8)$  optimal yechim, chunki maqsad ksiya qatorida manfiy sonlar qatnashayapti.

## Tayanch iboralar

Sanoat, birikma, diyeta, norma, modda, tenglama, to'yimli mod boshlang'ich maqsad funksiya qiymati, maqsad funksiya, qorishma, vitaminlar, oqsillar, moylar.

## Xulosa

IMMning bir katta guruhi minimal qiymatlarni topish mezo tashkil etadi, yani arzon mahsulotlar ishlab chiqarish masalalari b mumkin. Bunday masalalarni optimallashtirish uchun eng katta sonlar usulida foydalaniladi. Maqsad funksiya eng katta son dan minimumga  $F(x) \rightarrow \min$ -ga intiladi. Talabalar yangi usul bilan tanishadilar.

## Takrorlash uchun savollar

1. Qaysi masalalarda maqsad funksiya eng arzon qiymatni qiladi?
2. Nega qo'shimcha mahsulotlarning tannarxi eng katta M qabul qiladi?
3. Kalit ustun elementini aniqlash qanday bajariladi?
4. Ko'rilgan masalalardan bunday masalani yechishnin nimada?
5. Maqsad funksiya qatoridagi elementlar qanday hisoblan fa
6. Kalit yo'l elementlari qanday aniqlanadi?
7. Tuzilgan reja qachon optimal hisoblanadi?
8. Optimal yechimda qaysi haqiqiy mahsulotlar qatnashad
9. Optimal rejaga ko'ra haqiqiy mahsulotlar birligining ta aniqlang.
10. Optimal rejaga kirgan o'zgaruvchilar ustunida nega bir soni yoziladi?

## § 9. MAHSULOT ISHLAB CHIQUARISH MASALASI, CHEKLANISHLAR VA TENGSIKLIKLAR BILAN BERILGAN

9.1. II-hol. Iqtisodiy-matematik model.

9.2. Simpleks tenglamalar sistemasi.

9.3. Masalaning optimallashtirish usuli.

9.4. Yechimni tahlil etish.

9.1. II-hol . Iqtisodiy - matematik model.

a) Masalaning IMM matritsa ko'rinishida quyidagicha ifodalanadi:

$$\begin{array}{l} Ax \geq B \\ x \geq 0 \\ F(x) = Cx \rightarrow \min \end{array}$$

A-ikki o'lchovli matritsa,  $A = \alpha_{ij}$  - xomashyolar tarkibidagi oziqavor moddalar

B-bir o'lchovli matritsa, vektor.

Quyida vektorlarni ifodalaymiz:

$$B = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_m \end{pmatrix}$$

$X \rightarrow X (x_1, x_2, \dots, x_n)$  - sarflanadigan xomashyolarning noma'lum hajmlari,

$C \rightarrow C (C_1, C_2, \dots, C_n)$  - xomashyolar birligining tannarxi  $B_m$  - ozuqavor moddalar, qorishmada  $F(x)$ -maqsad funksiya ikkita vektorning skalyar ko'paytmasiga teng:

$$F(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min$$

b) Iqtisodiy-matematik model yig'indilar orqali quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\sum_{j=1}^n x_j a_{ij} \geq b_i$$

bunda  $i=1, m$



$$X_j \geq 0$$

bunda  $j=1, n$

$$F(x) = \sum_{j=1}^n C_j * X_j \rightarrow \min$$

Masalani yechish uchun quyidagi qiymatlarga ega bo'lgan iqtisodiy - matematik model (1), (2), (3) ifodalar bilan berilgan bo'lsin.

1. Qorishma tarkibidagi moddalar, berilgan qiymatlardan oz bo'lmalik sharti o'rinli,

$$\left. \begin{aligned} 4x_1 + 3x_2 + 6x_3 &\geq 62 \\ 6x_1 + x_2 + 2x_3 &\geq 30 \\ 4x_1 + 6x_2 + 4x_3 &\geq 44 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

2. O'zgaruvchilarning musbatlik sharti o'rinli:

$$x_j \geq 0, \quad j=1, 2, 3 \quad (2)$$

3. Ishlab chiqaradigan qorishma eng arzon narxga ega bo'lishi kerak:

$$F(x) = 3x_1 + 5x_2 + 6x_3 \rightarrow \min \quad (3)$$

## 9.2. Simpleks tenglamalar sistemasi.

Masalani yechish uchun avval tengsizliklarni, ya'ni modeldagi cheklanishlarni tenglamalar sistemasi bilan almashtirimiz. Buning uchun tengsizliklarga qo'shimcha ( $x_4, x_5, x_6$ ) noma'lumlar kiritamiz, YE-manfiy birlik matritsa yordamida. Manfiy noma'lumlar tengsizliklarga manfiy birlik koeffitsiyentlar orqali kiritiladi. Shunday qilib, tengsizliklar tenglamalar bilan almashtiriladi. Hosil bo'lgan modelni optimallashtirish uchun simpleks usulini qo'llaymiz, buning uchun, albatta, yangi fiktiv ( $x_7, x_8, x_9$ ) xomashyolar kiritamiz. Bu fiktiv noma'lumlar musbat koeffitsiyentlarga ega bo'lib, YE matritsa orqali kiritiladi, shularni nazarga olgan holda shuning uchun quyidagi Simpleks tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} 62 &= 4x_1 + 3x_2 + 6x_3 - 1*x_4 - 0*x_5 - 0*x_6 + 1*x_7 + 0*x_8 + 0*x_9 \\ 30 &= 6x_1 + x_2 + 2x_3 + -0*x_4 - 1*x_5 - 0*x_6 + 0*x_7 + 1*x_8 + 0*x_9 \end{aligned} \quad (3)$$

$$44 = 4x_1 + 6x_2 + 4x_3 - 0*x_4 - 0*x_5 + 1*x_6 + 0*x_7 + 0*x_8 + 1*x_9$$

$$x_j > 0, \quad j=1, 9 \quad (4)$$

$$F(x) = 8x_1 + 5x_2 + 6x_3 + 0*x_4 - 0*x_5 - 0*x_6 + Mx_7 + Mx_8 + Mx_9 \rightarrow \min \quad (5)$$

Maqsad funksiya qiymatlaridan ko'rinib turibdiki fiktiv xomashyolar tannaxlari eng katta qiymatga ega ekan ( $M$ ).

### 9.3. Masalaning optimallashtirish usuli.

Masalani optimallashtirish uchun simpleks jadval tuzamiz. Simpleks jadvalda, maqsad funksiya qatori uchun bu masalada 2 ta qator ajratiladi.

1-jadval.

| Sj               | Pj             | X <sub>0</sub> | 8              | 5              | 6              | 0              | 0              | 0              | M              | M              | M              |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                  |                |                | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | X <sub>9</sub> |
| M                | X <sub>7</sub> | 62             | 4              | 3              | 6              | -1             | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              |
| M                | X <sub>8</sub> | 30             | 6              | 1              | 2              | 0              | -1             | 0              | 0              | 1              | 0              |
| M                | X <sub>9</sub> | 44             | 4              | 6              | 4              | 0              | 6              | -1             | 0              | 0              | 1              |
| Z <sub>1</sub> - | M              | 136M           | 14M            | 10M            | 12M            | -M             | -M             | -M             | 0              | 0              | 0              |
| C <sub>1</sub>   |                | 0              | -8             | -5             | -6             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |

Boshlang'ich simpleks jadvalda oxirgi ikki qatorlar to'ldirilmaydi, bu qatorlar va 1,2-chi ustunlar boshlang'ich reja tuzilganda to'ldiriladi. Shuning uchun boshlang'ich rejaga fiktiv mahsulotlar kiritamiz va ularning tannarxlari eng katta M qiymatga teng. Bu holda simpleks jadval quyidagi ko'rinishini oladi (jadval).

Boshlang'ich rejada maqsad funksiya qiymati eng katta qiymatga ega bo'ladi ( $F_0=136m$ ). Bu qiymatni optimallashtirib (simpleks usulda) eng kichik qiymatni aniqlash kerak, buning uchun kalit yo'l, kalit ustun va kalit elementlarini aniqlaymiz.

Hisoblash usuli. Kalit ustun elementlarni aniqlashda maqsad funksiya qatorida eng katta qiymatga ega bo'lgan sonni aniqlaymiz, ya'ni  $\max(14M, 10M, 12M) = 14M$ . Eng katta son  $x_1$  ustunda joylashgan ekan. Shuning uchun  $x_1$  ustun kalit ustun bo'ladi,  $14M \Rightarrow x_1 \Rightarrow$  kalit ustun. Kalit ustunini aniqlashda maqsad funksiya qatoridagi 2-chi qator qiymatlari nazarga olinmaydi, chunki ular M-ga nisbatan kichik sonlar. Kalit yo'l elementlarni aniqlash uchun  $x_0$  ustun elementlarini  $x_1$  ustunga nisbatining  $(x_0/x_1)_{\min}$  qiymatini aniqlaymiz, ya'ni  $\min(X_0/X_1) \rightarrow \min(60/4, 30/6, 44/4) \rightarrow \min(15; 5; 11) = 5 \Rightarrow x_8$  yo'lda joylashgan eng kichik qiymatdir.

Shunday qilib,  $x_8$  yo'lda joylashgan elementlar, kalit yo'l elementlari ekan.  $X_7$  kalit yo'l elementlari va  $x_1$  kalit ustun elementlari kesimida kalit

element joylashgan. Kalit element 6-ga teng bo'ladi. Optimal qiymatni aniqlashda simpleks jadvallar tuzishni talabalarga tavsiya etamiz, hosil qiladigan natijalarni quyidagi jadvallar qiymatlari bilan solishtirib, hisoblash asosida natijani tahlil etish talab etiladi.

2-jadval.

| S <sub>j</sub>                  | P <sub>j</sub> | X <sub>0</sub> | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | X <sub>9</sub> |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| M                               | X <sub>7</sub> | 42             | 0              | -7/8           | 14/3           | -1             | 3/2            | 0              | 1              | -2/3           | 0              |
| 8                               | X <sub>1</sub> | 5              | 1              | 1/6            | 1/3            | 0              | -1/6           | 0              | 0              | 1/6            | 0              |
| M                               | X <sub>6</sub> | 24             | 0              | 16/3           | 8/3            | 0              | 2/3            | -1             | 0              | -2/3           | 1              |
| M                               |                | 66             | 0              | 23/3           | 22/3           | -1             | 4/3            | -1             | 0              | -7/3           | 0              |
| Z <sub>1</sub> - C <sub>1</sub> |                | 40             | 0              | -11/3          | -10/3          | 0              | -4/3           | 0              | 0              | 4/3            | 0              |

3-jadval.

|                                 | P <sub>j</sub> | X <sub>0</sub> | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | X <sub>9</sub> |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| M                               | X <sub>7</sub> | 63/2           | 0              | 0              | 7/2            | -1             | 3/8            | 71/16          | 1              | -3/8           | -7/16          |
| 8                               | X <sub>1</sub> | 17/4           | 1              | 0              | 1/4            | 0              | -3/16          | 1/32           | 0              | 3/16           | -1/32          |
| 5                               | X <sub>2</sub> | 9/2            | 0              | 1              | 1/2            | 0              | 1/8            | -3/16          | 0              | -1/8           | 3/16           |
| M                               |                | 63/2           | 0              | 0              | 7/2            | -1             | 3/8            | -7/16          | 0              | -11/8          | -23/16         |
| Z <sub>1</sub> - C <sub>1</sub> |                | 113/2          | 0              | 0              | -3/2           | 0              | -7/8           | -11/16         | 0              | 7/8            | 11/16          |

4-jadval.

|                                 | P <sub>j</sub> | X <sub>0</sub> | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | X <sub>9</sub> |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 6                               | X <sub>3</sub> | 9              |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| 8                               | X <sub>1</sub> | 2              |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| 5                               | X <sub>2</sub> | 0              |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| M                               |                | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | -1             | -1             | -1             |
| Z <sub>1</sub> - C <sub>1</sub> |                | 70             | 0              | 0              | 0              | -3/7           | -5/7           | -1/2           | 3/7            | 5/7            | 1/2            |

#### 9.4. Yechimni tahlil etish.

Hosil bo'lgan yakunlovchi reja (4 jadval) optimal qiymatga ega, chunki maqsad funksiya qatorida musbat elementlar, 0 sonlar joylashgan. Yechim (9, 2, 0) sonlarga teng, bu qiymatlarni cheklanishlar sistemasiga qo'ysak, bu yechimlar berilgan cheklanishlar sistemasini qanoatlantiradi. Maqsad funksiya qiymatini hosil qilamiz:

$$F(x) = 8 \cdot 2 + 5 \cdot 0 + 6 \cdot 9 = 70 \text{ m.so'm.}$$



Qorishmaning eng arzon narxi  $F(x)=70$  m.so'mga teng bo'lar ekan.

### **Tayanch iboralar**

Manfiy birlik matritsa, musbat birlik matritsa, fiktiv mahsulotlar, qo'shimcha mahsulotlar, katta M son, vektor, yechim cheklanishlar tengsizliklar bilan berilgan.

### **Xulosa**

Mahsulot ishlab chiqarish masalasining IMM ni cheklanishlar katta ye teng ( $\geq$ ) tengsizliklar bilan berilgan bo'lib, -E va E birlik matritsalar orqali simpleks tenglamalar sistemasi, simpleks jadval tuzib optimal arzon narx aniqlanadi. Bu yangi usul talabalar bilimini oshiradi va diyeta masalalarini yechishda qo'llaniladi.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Qanday tengsizliklarni simpleks tenglamalar tizimi bilan almashtiramiz?
2. Manfiy birlik matritsaning iqtisodiy ma'nosi nimada?
3. Maqsad funksiya qatori soni nechaga teng?
4. Nega ikkinchi maqsad funksiya qatoridagi manfiy sonlar uning birinchi qatoriga ta'sir etmaydi?
5. Yechim vektori cheklanishlarni qanoatlantiradimi?
6. Masalaning yechimini tahlil qila olasizmi?
7. Bu masalani yechimining aniqlash algoritmi maksimum masalasidan farqi nimada?
8. Boshlang'ich rejaning maqsad funksiyasi qanday hisoblanadi?
9. Fiktiv va qo'shimcha mahsulotlar qatnashgan ustunlarning maqsad funksiya qatorlaridagi elementlar qanday hisoblanadi?
10. Maqsad funksiyaning nechta usulda hisoblash mumkin?

## § 10. MATERIALLARNI BICHISH MASALASINING IQTISODIY – MATEMATIK MODEL

### 10.1. Masalaning qo'yilishi.

### 10.2. Modelning matritsa ko'rinishi.

### 10.3. Simpleks usulida optimallashtirish.

### 10.1. Masalaning qo'yilishi.

Hamma mahsulot ishlab chiqarish korxonalarida o'rash materialidan foydalaniladi. Berilgan materiallarning har xil usullarda kerakli shakllarga ega bo'lgan kesmalar ko'rinishida bichishdan keyin, har xil yuzalarga ega bo'lgan chiqindilar hosil bo'lishi mumkin. Bichish materiallari sifatida karton varaqalari, qog'oz, yengil sanoat matolari, yog'och, polietilen matolari va boshqalardan foydalanadi. Bu masalaning sharti quyidagi 1-jadvalda to'g'ri to'rtburchakli bichish materiallarning misolida berilgan bo'lsin. Agar ma'lum material kesimini biron xil usulda qirqsak quyidagi shakl hosil qilish mumkin.

1-jadval.

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
| 1 | 1 | 3 | 3 |  |
| 4 | 6 | 4 | 5 |  |
| 7 | 7 | 7 | 2 |  |

Birinchi usulda bichganda shtrix bilan belgilangan qism chiqindilar, u 2 tadan kesimlarda (1,3) ko'rsatilgan. Bichish usullari bir necha ko'rinishlarda bo'lishi mumkin. Agar bichishda boshqa bir usulda material qirqilsa, u holda qirqiladigan yuzalar o'zgaradi va chiqindi ham katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Bichish masalasining boshlang'ich qiymatlari quyidagi 2 jadval da berilgan.

2-jadval.

| Tayyorlanadigan kesma turlari | Qirqish variantlari |     |     |    | Kesmalarga talab (dona) |
|-------------------------------|---------------------|-----|-----|----|-------------------------|
|                               | M1                  | M2  | M3  | M4 |                         |
| P1(20x30) sm                  | 3                   | 4   | 5   | 10 | 240                     |
| P2(30x40) sm                  | 2                   | 0   | 1   | 0  | 100                     |
| P3(40x40) sm                  | 1                   | 2   | 1   | 0  | 80                      |
| Chiqindilar sm2               | 200                 | 400 | 200 | 0  |                         |

Jadvaldan ko'rish mumkinki, agar biz  $M_1$  usulda materiallarni qirqsak u holda  $P_1$  kesmada Z dona,  $P_2$  kesmadan 2 dona,  $P_3$  kesmadan 1 donadan chiqadi, bu holda chiqindining yuzasi  $200 \text{ sm}^2$  teng bo'ladi  $M_4$  usulda qirganda qoldiq qolmaydi. Bichish masalalarini optimallashtirish, ekstremal masalalarni optimallashtirish masalasiga kiradi. Ekstremal masala bo'lganligi uchun uni simpleks usulda optimallashtiramiz. Buning uchun avval masalaning IMM ni tuzish kerak, buning uchun  $x_1, x_2, x_3$ , orqali sarflanadigan materiallarning sonini belgilaymiz. Berilgan bichish variantlariga ko'ra,  $M_1, M_2, M_3, M_4$ , usullarda bichsak kesmalarni hosil qilish uchun quyidagi tenglamalar o'rinli bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} I \quad P_1 &> 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 10x_4 = 240 \\ P_2 &> 2x_1 + 0x_2 + x_3 + 0x_4 = 100 \\ P_3 &> x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 10x_4 = 80 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

II. Noma'lumlarning musbatlik sharti o'rinlidir.

$$x_j \geq 0 \quad (2)$$

III. Chiqindilarning umumiy yuzasi eng kichik qiymatga intiladi, ya'ni maqsad funksiya minimum qiymatiga intilishi kerak.

$$F(x) = 200x_1 + 400x_2 + 200x_3 + 0x_4 \rightarrow \min \quad (3)$$

I, II, III ifodalar birgalikda o'rash materiallarni bichish masalasining optimallashtiradigan IMM bo'ladi.

## 10.2. Modelning matritsa ko'rinishi.

Modelning matritsa ko'rinishi quyidagicha ifodalanadi:

$$Ax = V \quad (1)$$

$$x \geq 0 \quad (2)$$

$$F(x) = sx \rightarrow \min \quad (3)$$

Iqtisodiy-matematik modelning yig'indilar orqali ifodalanishi quyidagicha:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (1)$$

$$x_j \geq 0 \quad (2)$$



$$F(x) \Rightarrow \sum_{j=1}^n C_j x_j \rightarrow \min \quad (3)$$

Masalanining shartidan ma'lumki,  $M_4$  usulida bichganda qoldiq qolmaydi, chiqindi nolga teng. Shuning uchun  $x_4$  ni optimal yechim deyish mumkin, uni fiktiv materiallarga kiritamiz, yana ikkita fiktiv no'malumlar kiritiladi ( $x_5, x_6$ ). Bu holda  $x_4, x_5, x_6$  fiktiv noma'lumlar bo'ladi. Sarflanadigan material X-ni fiktiv material X hisoblash uchun, birinchi tenglamaning ko'rinishini o'zgartiramiz:

$$3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 10x_4 = 240$$

yoki hamma hadlarini 10 ga bo'lib hosil qilamiz:

$$\frac{3}{10}x_1 + \frac{4}{10}x_2 + \frac{5}{10}x_3 + x_4 = 24$$

Bu tenglamada  $x_4$  ning koeffitsiyentini birga tenglashtirdik, u holda simpleks tenglamalar sistemasi quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$24 = \frac{3}{10}x_1 + \frac{2}{5}x_2 + \frac{1}{2}x_3 + x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6$$

$$100 = 2x_1 + 0 \cdot x_2 + x_3 + 0 \cdot x_4 + x_5 + 0 \cdot x_6$$

$$80 = x_1 + 2 \cdot x_2 + x_3 + 0 \cdot x_4 + x_5 + 0 \cdot x_6$$

$$x_j \geq 0; j = \overline{1,6}$$

$$F(x) = 200x_1 + 400x_2 + 200x_3 + 0 \cdot x_4 + M \cdot x_5 + M \cdot x_6 \rightarrow \min$$

$n \setminus$ , Asosiy o'zgaruvchi  $x_4$  fiktiv qo'shiluvchiga aylandi.

### 10.3. Simpleks usulida optimallashtirish.

Hosil qilingan simpleks tenglamalar sistemasi asosida simplek jadval tuzib, simpleks usul yordamida yechiladi (1-jadval).

Noma'lumlarni, ya'ni kerakli kesmalarining soning hosil qilishda sarflanadigan materiallarning aniqlashini, agar boshlang'ich rejasini quyidagi simpleks jadvalda berilgan bo'lsa, ya'ni yechimlarni aniqlashni optimallashtirishni talabalarga havola qilamiz.

| S <sub>i</sub> | R <sub>j</sub> | X <sub>0</sub> | 200            | 400            | 200            | 0              | M              | M              |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                |                |                | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> |
| 0              | X <sub>4</sub> | 24             | 3 / 10         | 2 / 5          | 1 / 5          | 1              | 0              | 0              |
| M              | X <sub>5</sub> | 100            | 2              | 0              | 1              | 0              | 1              | 0              |
| M              | X <sub>6</sub> | 80             | 1              | 2              | 1              | 0              | 0              | 1              |
| M              |                | 180m           | 3              | 2              | 2              | 0              | 0              | 0              |
| Z, -S3         |                | 0              | -200           | -400           | -200           | 0              | 0              | 0              |

Jadvaldan bazis yechimni  $x^*=x(x_4, x_5, x_6)$  va boshlang'ich rejada maqsad funksiyaning qiymatini aniqlash mumkin:

$$F_0(x)=0,24+100m+80m=180m$$

### Tayanch iboralar

Materiallar, bichish, o'rama materiallar, qirkim, chiqindi, bichish usuli, ekstremal, chikindilar yig'indisi, fiktiv noma'lumlar va katta son, simpleks usul.

### Xulosa

Ma'lumki, optimal yechimni aniqlashda no'malumlar soni kam bo'lsa iteratsiya soni ham kam bo'ladi. O'rash materiallari esa hamma ishlab chiqarish sohalarga kerak bo'lib, bunda qirqish usullarini qo'llab, chiqindilarning ozroq bo'lishiga intiladilar. Masalani optimallashtirishda optimal bichish variantini tanlab noma'lumlar soni kamaytiriladi va kerakli natijaga erishiladi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Qaysi sohalarda o'rash materiallari ishlatiladi?
2. Bichish usullari cheklanganmi?
3. Qaysi usulda bichganda qirqim qoldig'i qolmaydi?
4. Bichish masalasini optimallashtirishda nechta iteratsiya kerak?
5. Boshlang'ich simpleks jadval ko'rinishi o'zgaradimi, yo'qmi?
6. Masala yechimining iqtisodiy ma'nosini tushuntira olasizmi?
7. Bu masalada qo'shimcha maqsad funksiya qatori yechimga ta'sir etadimi?

## § 11. TALAB VA TAKLIFNI ANIQLASHDA STATISTIK YECHIMLAR NAZARIYASI

- 11.1. Talab va taklif masalasining yechish usullari.
- 11.2. Talab noaniq bo'lganda, statistik usulni qo'llash.
- 11.3. Talabni o'rganish usullari.
- 11.4. Firma, korxonaning olinadigan eng katta daromadini aniqlash.

### 11.1. Talab va taklif masalasini yechish usullari.

Agar firma, korxonaning ishlab chiqarilgan mahsulotiga talab noma'lum bo'lsa, bu korxonaning mahsulotlaridan olinadigan umumiy foyda ham noma'lum bo'ladi. Lekin bizga ma'lumki, chiziqli programmashtirish masalalarida, ya'ni taqsimot masalalarida, talablar aniq qiymatga ega, bu masalani yechganda maqsad funksiyaning optimal qiymatini aniqlash kerak (bajariladigan ishning hajmini aniqlash, mahsulotlarni standart umumiy xarajatlarini aniqlash va h.k.).

Talablari noma'lum bo'lgan masalalarni o'zgarish qonuniyatlari noma'lumdur. Bu masalalarda ikkita qarama-qarshi tomonlar qatnashib, ularning har biri o'zlarining aniq maqsadlariga ega. Bunday masalalarda, talablarni qondirish uchun bir necha xil usullardan foydalanishga to'g'ri keladi. Umumiy holda, talab noma'lum bo'lganda, ehtimollik nazariyasining qonuniyatlarini qo'llashga to'g'ri keladi. Lekin statik usullar yordamida ham talablarni aniqlash mumkin.

### 11.2. Talab noaniq bo'lganda, statistik usulni qo'llash.

Masala: Har xil quvvatga ega bo'lgan, non mahsulotlari pishiriladigan tandirlardan foydalanish mumkin. Bu tandirlarning har bir turlari, bir sutkada har xil hajmda mahsulot ishlab chiqaradi, ya'ni bu tandirlar quyidagi ishlab chiqarish quvvatlariga ega bo'lsin:  $P_1=4t$ ,  $P_2=6t$ ,  $P_3=8t$ ,  $P_4=10t$  - ya'ni, tandirlarning bir sutkada ishlab chiqaradigan mahsulotlari ma'lum.

Tandirlarda ishlab chiqarilgan mahsulotlarning hajmlari har xil bo'lgani uchun, mahsulotning tannaxlari ham har xil bo'ladi. Shuning uchun har bir tandirdan olinadigan daromad ham bir-biridan farq qiladi. Statik yechimlar nazariyasida daromadlarning son qiymatlarini aniqlashda qaysi tandirdan qachon foydalanish zarur ekanligini aniqlash mumkin.



Buning uchun ishlatiladigan 4 xil tandirlar sistemasida ehtiyoj o'zgarib turganda, talablar qiymatlari quyidagi jadvalda berilgan bo'lsin (A-jadval).

Tandirlardan qaysi birining umumiy foydasi ko'p bo'lishini nazarga olgan holda, ishlatishni ta'minlash mumkin. Quyidagi jadvalda tandirlar sistemasidan olinadigan foyda yoki zararlar berilgan bo'lsin (ming so'm).

Jadvalda talablar 1 tonnadan 10 tonnagacha o'zgaradi.

A-jadval.

| Tandirlar sistemasi | Tandirlar quvvati<br>1 sutk. | Talabga ko'ra foyda (+), zarar (-),<br>sutkalarda, msum |    |    |   |    |    |    |  |
|---------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|----|----|---|----|----|----|--|
|                     |                              | 1                                                       | 2  | 3  | 4 | 6  | 8  | 10 |  |
| P1                  | 4                            | -2                                                      | 0  | 2  | 4 | 4  | 4  | 4  |  |
| P2                  | 6                            | -8                                                      | -4 | 0  | 4 | 12 | 12 | 12 |  |
| P3                  | 8                            | -                                                       | -  | -6 | 0 | 12 | 24 | 24 |  |
| P4                  | 10                           | -                                                       | -  | -  | - | 8  | 24 | 40 |  |
|                     |                              | 32                                                      | 24 | 16 | 8 |    |    |    |  |

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, agar talab 4 t. bo'lsa, 2-tandirni ishlati 4 ming so'm foyda olish mumkin ekan. Agar talab 2 tonnaga teng bo'lsa, foyda olib bo'lmaydi, unda korxona kamida 4000 so'm zarar ko'radi.

### 11.3. Talabni o'rganish usullari.

1-hol shunday kilib, agar talab 1 t. bo'lsa, bunda P1 ya'ni, 1-chi tandirni ishlatish kerak ekan, chunki min (-1, -8, -18, -32) → -2 → P1. tandir sistemasi.

Demak, 2 tandirni ishlatish kerak ekan, chunki min (-2, -8, -18, -32) → -2 → P1.

2-hol. Agar talab bir sutkada 10 t. gacha bo'lsa, pechlar orasida eng katta foyda keltiradiganini izlaymiz.

Agar bir sutkada mahsulotga bo'lgan talab 1 tonnaga teng bo'lsa, u holda shu bir tonna mahsulot ishlab chiqarish uchun olinadigan foydalar orasida eng kattasini tanlab olish kerak, lekin bu masala uchun eng kichik zarar 2000 so'mga teng bo'ladi, shuning uchun talabni qondirishda P<sub>1</sub> tandir tanlanadi.

10 tonna mahsulot ishlab chiqarish uchun aniqlaymiz

max (4, 12, 24, 40) → 40 m.s → P<sub>4</sub>

Ya'ni, agar talab eng katta qiymatga teng bo'lsa, katta quvvatga ega bo'lgan P<sub>4</sub> tandirni tanlab olish kerak ekan.

**3-hol.** Optimal talabni aniqlash uchun ba'zan o'rtacha qiymatni aniqlashga to'g'ri keladi. Buning uchun har bir tandir sistemasini eng kichik va eng ko'p mahsulot ishlab chiqarish qiymatlaridan olinadigan foydalarni hisoblaymiz. Masalan:  $P_1$ - birinchi tandir sistemi uchun o'rtacha foyda, shu tandirning o'rtacha arifmetik foyda olinadigan qiymatiga teng bo'ladi:

Tandir  $P_1 \rightarrow (-2+4):2=1$  m. s. Tandir  $P_2$  uchun:

$(-8+12)/2=2$  ming so'm,

Tandir  $P_3 \rightarrow (-18+24)/2=3$  ming so'm.

Tandir  $P_4$  uchun  $(-32+40)/2=4$  ming so'm.

Bu olingan qiymatlardan xulosa qilish mumkinki, o'rtacha arifmetik usulni qo'llaganda eng katta foydani aniqlash mumkin: max (1,2,3,4) 4 ming so'mga teng  $\rightarrow P_4$ , ya'ni shuning uchun 4-chi tandirni ishga tushurish kerak.

#### **11.4. Firma, korxonaning olinadigan eng katta daromadini aniqlash.**

**4-hol.** Mahsulotga talab aniq bulmagan holda, talab bir necha vaqt oraliq'ida, masalan, 10,20,30 kunda o'rganib chiqiladi bunda, talablar quyidagi qiymatlarga teng bo'lsa. 1 tonnadan talab 2 kun orasida bo'lsa, 4 kun orasida 2 t. dan, 2 kun orasida 3 t. dan, 3 kun orasida 4 t. dan, 1 kun 6 t. dan, 5 kun 8 t. dan, 2 kun 10 t. dan mahsulotga talab bo'lgan. Bu holda o'rtacha statistik usulni qo'llashda har bir kunning og'irlik qiymatini aniqlaymiz (o'rt. qiymat)  $1:20=0,05$  ga teng. Chunki yechiladigan maslada mahsulotga talab 20 kun orasida o'rganib chiqilgan.

Bir kunning og'irlik qiymatini nazarga olgan holda o'rtacha talabni aniqlaymiz. Firma, korxonaning ishlab chiqarilgan mahsulotdan olinadigan eng katta daromadini aniqlash uchun:

Har qaysi tandirdan olinadigan daromadni hisoblaymiz.

Buning uchun yuqorida jadvalda keltirilgan boshlang'ich qiymatlardan foydalanish kerak. Masalan,  $P_1$  tandir uchun:

$P_1 \rightarrow (-2)0,1+0+0+0+0+0,1+4*0,15+4*0,1+4*0,25+4*0,1=2,4$  m. s.

Boshqa tandirlar uchun ham shu usulda darajalarni hisoblaymiz.

$P_2 \rightarrow (-8)$

$0+1+4*0,2+0+0+1+4*0,15+12*0,1+12*0,25+12*0,1=4,4$  m. so'm

$P_3 \rightarrow (-12):0,1+(-12)0,2+(-6)$

$0,1+0*0,15+12*0,1+24*0,25+24*0,1=4,8$  m.s.

$P_4 \rightarrow (-32)0,1+(-24)0,2+(-16)*0,1+(-8)*0,15+8*0,1+24*0,25+40*0,1=0$  m.s.

Hisoblashlardan ma'lumki, to'rtta tandirlar orasida olinadigan eng katta daromad, ya'ni  $\max(2,4;4,4;4,8;0)$  m.so'm=4,8 m.so'mga teng ekan, ya'ni, bu  $P_3$  tandir ekan. Shunday qilib, agar  $P_3$  tandir ishga solinsa, firma eng katta daromadga ega bo'lar ekan.

Taklifni aniqlash uchun boshqa murakkab hollarni ham ko'rish mumkin. Albatta, taklif va talab bir-biriga bog'liq masala bo'lib, ularning optimal qiymatini aniqlab, eng katta olinadigan daromadni ishlab chiqaruvchi korxona uchun hisoblash mumkin.

### Tayanch iboralar

Tandir, taklif, talab, foyda, mahsulot, mahsulot hajmi bir sutkada, statistik yechimlar nazariyasi, o'rtacha arifmetik, tandir quvvati, bir kunning urtacha og'irligi.

### Xulosa

Yangi nohiya qurganda, yangi zavod joylashtirilganda mahsulotga talab no'malum bo'ladi. Talabni aniqlashda o'rta qiymatlar yoki statistik usulda qo'llashadi, ya'ni talab biron vaqt oralig'ida o'rganiladi. Bu asosiy matematik usul hisoblanib amaliyotda muvaffaqiyatli qo'llaniladi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Bozor iqtisodiyoti sharoitida taklif talabga bog'liqmi?
2. Qanday sistemalarda taklif va talabning bog'liqligi o'rinli bo'ladi?
3. Talabni aniqlashda qaysi statistik usullarni qo'llaysiz?
4. O'rtacha og'irlik qanday hisoblanadi?
5. Eng katta daromad olish uchun qaysi bir tandirni ishga solish kerak?
6. Talabni aniqlashda o'rta arifmetik usulni qo'llash mumkinmi?
7. Qaysi bir tandir ishlatilganda foyda olinmaydi?
8. Statistik usulni qo'llashda talab ma'lum songa tengmi?



## § 12. IKKI YOQLAMA MASALALAR

- 12.1. Masalaning qo'yilishi.
- 12.2. Masalaning iqtisodiy-matematik modeli.
- 12.3. Simpleks usulda optimallashtirish.

### 12.1. Masalaning qo'yilishi.

Ikki yoqlama masalalarni tuzish uchun iqtisodiyotda ko'p qo'llaniladigan qorishma masalasidan foydalanamiz. Lekin qorishma masalalari 2 xil bo'lishi mumkin: 1-tur va 2- tur masalalar. (cheklanishlar sistemasi tenglamalar va tengsizliklar bilan berilgan).

Ikki yoqlama masala tuzish uchun qorishma masalasining 1-turidan foydalanamiz. Bu masalani yechishdan asosiy maqsad unga o'xshash bo'lmagan maqsad funksiya qiymati o'rniga, unga o'xshash bo'lgan qorishma masalasi, matritsa ko'rinishida berilgan bo'lsin. Cheklanishlar bo'lsa, tengliklar bilan ifodalangan bo'ladi.

Masalaning boshlang'ich qiymatlari berilgan bo'lsin:

$$A = \begin{pmatrix} 436 \\ 612 \\ 484 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 62 \\ 30 \\ 44 \end{pmatrix} \quad C = (8, 5, 6)$$

Bunda A - xomashyolar tarkibidagi to'yimli moddalar;

B - qorishma tarkibidagi to'yimli moddalar;

C - xomashyolar birligining tannarxi.

### 12.2. Masalaning iqtisodiy - matematik modeli.

Iqtisodiy-matematik model tuzish uchun X vektor orqali xom ashyolarni sarflanadigan hajmlarini belgilaymiz, bu holda qorishmaning iqtisodiy-matematik modeli matritsa ko'rinishida quyidagicha ifodalanadi:

$$AX=B; \quad (1)$$

$$X \geq 0; \quad (2)$$

$$F(x) = Cx \rightarrow \min \quad (3)$$

Bu masalaning iqtisodiy matematik modelida V va S qiymatlarini o'zaro almashtirib, yangi  $y_1, y_2, y_3$  o'zgaruvchilar kiritamiz. Y lar ( $y_1, y_2, y_3$ ) to'yimli moddalar birligining tannarxi bo'lib, cheklanishlar sistemasini hosil qilamiz.

$$\begin{array}{l} 4y_1 + 6y_2 + 4y_3 = 8 \\ 3y_1 + 1y_2 + 6y_3 = 5 \\ 6y_1 + 2y_2 + 4y_3 = 6 \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{array} \right| \quad (4)$$

Maqsad funksiyani aniqlash uchun tenglamalar sistemasini mos ravishda  $X_1, X_2, X_3$  o'zgaruvchilarga ko'paytirib hosil qilamiz:

$$y_1(4X_1 + 3X_2 + 6X_3) + y_2(6X_1 + X_2 + 2X_3) + y_3(4X_1 + 6X_2 + 4X_3) = 8X_1 + 5X_2 + 6X_3 \quad (5)$$

Tenglamalarning chap tomoni xomashyolarning birliklari tannarxlarini ifodalaydi.

5-ayniyatning o'ng tomoni berilgan maqsad funksiyaning chap tomonini ifodalaydi, o'ng tomoni esa ikki yoqlama masalaning maqsad funksiyasini ifodalaydi. Ya'ni:  $F(y) = 62y_1 + 30y_2 + 44y_3$  maqsad funksiya o'ziga teng.

$$F(y) = 62y_1 + 30y_2 + 44y_3 = 8X_1 + 5X_2 + 6X_3 = F(x)$$

bundan:  $F(y) = F(x)$

chunki

$$\begin{array}{l} 4X_1 + 3X_2 + 6X_3 = 8 \\ X_1 + X_2 + 2X_3 = 5 \\ 4X_1 + 8X_2 + 4X_3 = 12 \end{array}$$

Qorishma masalasida, tenglamalar tengsizliklar bilan ifodalanadi:

$$F(y) = 62y_1 + 30y_2 + 44y_3 \quad (6)$$

Qorishma masalasida cheklanishlar, albatta tengsizliklar bilan ifodalanadi, bunda ikki yoqlamali IMM o'rinli bo'ladi. Agar cheklanishlar tengsizliklar bilan berilgan bo'lsa, qorishma masalasining maqsad funksiyasi minimumga erishsa, albatta ikki yoqlama masalalarda, maqsad funksiyasi maksimumga erishishi kerak.

$$F(y) = 62y_1 + 30y_2 + 44y_3 \rightarrow \max$$

I turdagi qorishma masalasining maqsad funksiyasining optimal holati:  $F(x) = 70$  ya'ni, bu qorishmaning optimal tannarxini ifodalaydi. Ikki yoqlama masalani IMM yechganda maqsad funksiyasining optimal qiymati quyidagi yana o'sha songa teng:

$F(y)=70$  bo'ladi;

$F(x)=70$  (min) qorishma masalasida;

$F(y)=70$  (max) cheklangan koeffitsiyent IMMning cheklangan potentsirlangan holatida  $[F(x)=F(y)]$  ga teng. Qatorlardagi koeffitsiyent o'rniga cheklanishlarda ustundagi koeffitsiyentlar joylashgan.

### 12.3. Simpleks usulda optimallashtirish.

Bu ikki yoqlama masalaning IMM simpleks usulda yechiladi, ya'ni masala uchun max masalasi aniqlanadi, ya'ni simpleks usulda yechilganda fiktiv o'zgaruvchilar birliklarining tannarxi nol sonlarni ifodalaydi. IMM shartiga ko'ra, ulardan simpleks tenglamalar sistemasini hosil qilib, simpleks jadval tuzamiz.

1-jadval.

| $S_i$   | $R_0$  | $X_0$ | $y_1=62$ | $y_2=30$ | $y_3=44$ | $y_4=0$ | $y_5=0$ | $y_6=0$ |
|---------|--------|-------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| 0       | $y_4$  | 8     | 4        | 6        | 4        | 1       | 0       | 0       |
| 0       | $y_5$  | 5     | 3        | 1        | 6        | 0       | 1       | 0       |
| 0       | $y_6$  | 6     | 6        | 2        | 4        | 0       | 0       | 1       |
| $Z-C_i$ | $F(y)$ | -     | -62      | -30      | -44      | 0       | 0       | 0       |

Ba'zis yechimda  $F_0(y)=0$ , boshlang'ich rejani optimallashtiramiz.

2-jadval.

| $S_i$   | $P_0$    | $X_0$ | $y_1=62$ | $y_2=30$ | $y_3=44$ | $y_4=0$ | $y_5=0$ | $Y_6=0$ |
|---------|----------|-------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| 0       | $Y_4$    | 4     | 0        | $14/3$   | $4/3$    | 1       | 0       | $-2/3$  |
| 0       | $Y_5$    | 2     | 0        | 0        | 4        | 0       | 1       | $-1/2$  |
| 62      | $Y_1$    | 1     | 1        | $1/3$    | $2/3$    | 0       | 0       | $1/6$   |
| $Z-C_i$ | $F_1(u)$ | 62    | 0        | $-20/3$  | $-8/3$   | 0       | 0       | $31/3$  |

Optimal plan

3-jadval.

| JADV<br>AL<br>3. $C_i$ | $P_0$    | $X_0$ | $y_1=62$ | $y_2=30$ | $y_3=44$ | $Y_4=0$ | $y_5=0$ | $y_6=0$ |
|------------------------|----------|-------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| 30                     | $Y_2$    | $6/7$ | 0        | 1        | $2/7$    | $3/7$   | 0       | $1/7$   |
| 0                      | $Y_5$    | 2     | 0        | 0        | 4        | 0       | 1       | $-1/2$  |
| 62                     | $Y_1$    | $5/7$ | 1        | 0        | $4/7$    | $-1/14$ | 0       | $3/4$   |
| $Z-C_i$                | $F_2(u)$ | 70    | 0        | 0        | 0        | 2       | 0       | 0       |



| $C_i$     | $P_0$    | $X_0$ | $y_1=62$ | $y_2=30$ | $y_3=44$ | $y_4=0$ | $y_5=0$ | $y_6=0$ |
|-----------|----------|-------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| 30        | $Y_2$    | 6/7   | 0        | 1        | 0        | 3/14    | -1/14   | -3/28   |
| 0         | $Y_5$    | 1/2   | 0        | 0        | 1        | 0       | -1/4    | -1/8    |
| 62        | $Y_1$    | 3/7   | 1        | 0        | 0        | -1/14   | -1/7    | 2/7     |
| $Z_j-C_j$ | $F_3(u)$ | 70    | 0        | 0        | 0        | 2       | 0       | 9       |

Berilgan bir hol son qiymatlari uchun har xil cheklanishlarga ega bo'lgan masala chiziqli programmashtirishda ikki yoqlama masala deyiladi. Birinchi masala to'g'ri masala va ikkinchisi esa teskari masala bo'ladi. Birta masala min-ga yechilsa, ikkinchisi max - ga yechiladi va u teskari masala bo'ladi.

### Tayanch iboralar

Ikki yo'qlama, qorishma, teskari masala, transponirlash, matritsa, vektor, maqsad funksiya, maksimum, minimum, qorishma, to'g'ri masala.

### Xulosa

Ikki yoqlama masalani qorishma masalasida cheklanishlari tenglamalar ko'rinishda berilgan holini misol qilib olish mumkin. Bunda xomashyo zahiralari mahsulotlarni birligining tannarxini o'rinlarini almashtirib yangi ( $Y_1, Y_2, Y_n$ ) o'zgaruvchilar kiritib, minimum masalasidan maksimum masalasi hosil qilinadi, lekin har doim  $F(x)=F(y)$ -ga bo'ladi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Cheklanishlar qanday ko'rinishlarda berilishi mumkin?
2. Qanday masala max - ga, qanday masala min - ga yechiladi?
3. Transponirlangan deganda nimani tushunasiz?
4. Ikkala masalaning maqsad funksiyalari nimaga teng?
5. Yechilayotgan masala necha bosqichda yechildi?
6. Kalit ustun elementlari qanday aniqlanadi?
7. Ikki yoqlama masalalar qaysi usulda yechiladi?
8. Maqsad funksiyani necha usulda hisoblash mumkin?

## § 13. IKKI YOQLAMA SIMPLEKS USUL

13.1. Masalaning iqtisodiy-matematik modeli.

13.2. Optimallashtirishning simpleks usuli.

13.3. Yechimlarning tahlili.

13.1. Masalaning iqtisodiy-matematik modeli.

Qorishma masalasida cheklanishlar tengsizliklar ( $\geq$ ) orqali berilgan holni ko'ramiz.

Minimum masalalarni yechganda qo'shimcha o'zgaruvchilar va fiktiv o'zgaruvchilar kiritiladi, ya'ni birlik manfiy va musbat matritsalar ( $E_1$  va  $-E$  matritsa),  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_6$  – fiktiv mahsulotlarning hajmlari bo'lsin.

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad -E = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Shunday qilib, minimum masalasini yechganda o'zgaruvchilar soni ko'payadi,  $X_7$ ,  $X_8$ ,  $X_9$ . Yuqorida yechilgan qorishma masalasini simpleks usulda yechamiz, ya'ni masalada o'zgaruvchilar sonini ko'paytirmasdan yechish mumkin. Masala sharti quyidagi IMM ko'rinishda berilgan bo'lsin:

$$\left. \begin{aligned} 4X_1 + 3X_2 + 6X_3 &\geq 62 \\ 6X_1 + X_2 + 2X_3 &\geq 30 \\ 4X_1 + 6X_2 + 4X_3 &\geq 44 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$X_j \geq 0 \quad (2)$$

$$F(x) = 8X_1 + 5X_2 + 6X_3 = \min \quad (3)$$

Cheklanishlar sistemasini  $-1$  – ga ko'paytiramiz, tengsizliklarning alomatlarini o'zgaradi.

Hosil bo'lgan matematik modelning simpleks tenglamalar sistemasini hosil qilamiz. Simpleks tenglamalar sistemasini hosil qilish uchun fiktiv xomashyolar kiritamiz, ular  $E$  birlik matritsa orqali kiritiladi. U holda

hosil bo'lgan. Bu usul yordamida yechganda ikkita iteratsiya yetarli bo'ldi. Umumiy usulda yechganda uch iteratsiyada optimal reja aniqlangan edi.

Hosil bo'lgan yakunlovchi reja (3-jadval) optimal qiymatga ega. Chunki maqsad funksiya qatorida manfiy elementlar yoki nol sonlar joylashgan.

Yechimlar (9, 2, 0) qiymatlarni cheklanishlar sistemasiga qo'ysak, bu yechimlar berilgan cheklanishlarni qanoatlantiradi.

Maqsad funksiya qiymatini hosil qilamiz:

$$F(x) = 8 \cdot 2 + 5 \cdot 0 + 6 \cdot 9 = 70 \text{ so'm.}$$

Bu masalani boshqa usulda yechganda cheklanishlar o'zgartirilganda ham maqsad funksiyaning qiymati o'zgarmaydi.

### **Tayanch iboralar**

Fiktiv xomashyo, birlik matritsa, iteratsiya, iteratsiya soni, ozod hadlar, kalit yo'l elementi, haqiqiy xomashyo, ozod manfiy hadlar ustun elementlari musbat, optimal reja.

### **Xulosa**

Ikki yoqlama simpleks usulni qo'llaganda cheklanishlar sistemasi va maqsad funksiya alomatlarini teskariga almashtirib  $-E$ ,  $E$  matritsalar orqali simpleks tenglamalar sistemasi tuziladi va yechimlarni aniqlashda hal qiluvchi ustun, keyin esa kalit yo'l elementlari aniqlanadi va yangi simpleks jadval tuzishida davom etiladi. Ozod had ustunida manfiy sonlar qolmaguncha davom etiladi. Shunday qilib yechim tez aniqlanadi, talabalar yangi usul bilan tanishadilar. Iteratsiya soni kamayadi.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Nima uchun masalani yechganda manfiy birlik matritsa foydalaniladi?
2. Kalit ustun va kalit elementlarni aniqlash tartibini bilasizmi?
3. Nega avval kalit ustun elementlari aniqlanadi?
4. Kalit ustun elementlari qanday aniqlanadi?
5. Nega  $X_4$  o'rniga  $X_3$  o'zgaruvchi yoziladi?
6. Necha iteratsiyada optimal qiymat aniqlanadi?
7. O'zgaruvchilarni almashtirishning iqtisodiy ma'nosini ifodalang?



#### IV. BOB. AMALIY-IQTISODIY MASALALARNI MODELLASHTIRISH

##### § 14. BROKER FAOLIYATINING IQTISODIY - MATEMATIK MODELI.

14.1. Masalaning qo'yilishi.

14.2. Broker faoliyatining iqtisodiy - matematik modeli.

14.3. Informatsiyalarning o'zgarishi.

14.1. Masalaning qo'yilishi.

**Firmaning mahsulot bozoridagi mavqeini aniqlash.**

Optimal yechimlarni aniqlashda mahsulotlarni aniq sotish, narxini belgilash brokerlarning asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi. Shuning uchun brokerlar sotuv masalasini optimal matematik modelini tuzishga ahamiyat berish zarur. Bu masala, albatta, butun sonli programmashtirish masalasiga kiradi hamda firmani mahsulot bozoridagi mavqeini ifodalaydi. Bu masalani yechganda ishlab chiqarilgan mahsulotlardan olinadigan umumiy foyda hisoblanadi. Matematik model tuzishda quyidagi boshlang'ich shartlar berilgan, deb hisoblanadi: faraz qilaylik  $n$  tayyor mahsulotlar turlari bittadan yoki kompleksda sotilsin.

Tayyor mahsulot turlariga talablar  $C_1(t)$ ,  $C_2(t)$ , ...,  $C_n(t)$  narxlarda aniqlangan, sotish narxlarini esa firma  $P_1(t)$ ,  $P_2(t)$ , ...,  $P_n(t)$  bilan tayinlagan.

Maqsad shuki har qaysi mahsulotdan  $X_1, X_2, \dots, X_n$  tadan olish kerakki, olinadigan umumiy yalpi daromad eng katta songa teng bo'lsin. Yana shuni nazarga olish kerakki, tayyor mahsulotni bittadan yoki kompleks bo'yicha sotiladigan noma'lumlar:  $X_1, X_2, \dots, X_n$  butun sonlar bo'lishi kerak.

Yuqoridagi shartlarni nazarga olgan holda aniq cheklanishlar bajarilishi kerak.

**14.2. Broker faoliyatining iqtisodiy-matematik modeli.**

1. Broker sotib oladigan mahsulotning puli uning qo'lida bo'lgan  $L$  so'mdan oshmasligi kerak:

$$\sum_{i=1}^n P_i(t) X_i < L \quad (1)$$

2. Mahsulot turlarining hajmlari har doim musbat va butun son bo'lish sharti:

$$X_j \dots 0, \text{ bunda } j=1, \dots, n \quad (2)$$

3. Mahsulotlarni realizatsiya qilishdan olinadigan daromad eng katta songa teng bo'lishi kerak:

$$F(x) = \sum_{j=1}^n a_j(x)_j \rightarrow \max \quad (3)$$

Shunday qilib (1), (2) cheklanishlar va (3) maqsad funksiya birgalikda brokerning mahsulotni realizatsiya qilishining iqtisodiy-matematik modelini tashkil etadi.

Lekin brokerning iqtisodiy-matematik modelini tuzishda yana quyidagi qo'shimcha shartlar bajarilishi kerak.

#### 14.3. Informatsiyalarning o'zgarishi.

Birinchi cheklanishda L brokerda bo'lgan umumiy maqsad funksiyada  $a_j(t) = c_j(t) - P_j(t)$ . Boshqa iqtisodiy modellardan farqi shundaki, bu modelda yana qo'shimcha cheklanishlarni nazarga olish kerak.

a) Yechimlar qisqa muddatlarga qabul qilingani sababli narxlar o'zgarmas sonlarga teng deb qabul qilinadi, ya'ni:

$$C_j(t) = C_j = \text{const}$$

$$P_j(t) = P_j = \text{const}$$

b) Shunday tayyor mahsulotlar ko'riladiki, agar ularda quyidagi shartlar bajarilsa:

$$a_j = c_j - p_j > 0$$

ya'ni, har bir mahsulotning talab narxi  $c_j$ , har doim sotish  $p_j$  narxdan katta bo'lishi talab etiladi ( $a_j > p_j$ ). Brokerning iqtisodiy - matematik modelini EHM da dasturlash uchun TURBO - PASKAL tilida uch qismdan iborat bo'lgan algoritm tuzish mumkin:

1. Asosiy menyu.

2. Tovarlarning sonlar bazasi.

3. Qaror qabul qilish.

Asosiy menyu tovarlar bazasi bilan qarorlar qabul qilish rejimlarini birga ishlashni ta'minlashi kerak.

«Tovarlar sxemasi bazasi» rejimida, tovarlarning sonlar bazasi quyidagi jadval ko'rinishida struktura hosil qilishi kerak:

| Tovar<br>nomeri | Tovarning<br>nomi | Tovar<br>adresi | Tovar soni | Sotiladigan<br>narx $P_f(t)$ | Talab $C_j(t)$ |
|-----------------|-------------------|-----------------|------------|------------------------------|----------------|
|                 |                   |                 |            |                              |                |

Bu rejimda boshlang'ich axborotlarni kiritishga, muharrirlashgan tovarlarni u yoki boshqa turlarga yuboriladi.

«Qaror qabul qilish» rejimida esa, boshlang'ich qiymat brokerning quyidagi  $L$  summa pulga qaratilgan bo'ladi. Hisoblashlar to'g'ri butun sonli ko'p yoqliklar asosida o'tkaziladi hamda quyidagi formada natijalar ifodalanadi.

Sistema 40 nomergacha oltitadan kombinatsiyani nazarga olgan holda hisoblash o'tkazish mumkin. Natijani displeyga yoki printer orqali chiqarish mumkin.

Brokerning tovar nomer yo'li yig'indisi

| 1 | Tovar<br>raqami | Tovarning<br>raqami | Tovar<br>raqami | Tovar<br>raqami | Tovar<br>raqami | Tovar<br>raqami | Summadan<br>qoldiq | Yalpi<br>foyda |
|---|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| 2 | 1               | 2                   | 3               | 4               | 5               | 6               |                    |                |

### Xulosa

Matematik usullarni «Marketing» faniga ham muvaffaqiyatli qo'llashning broker faoliyatini ifodalovchi IMM tuzib, mahsulotlarni optimal realizatsiya qilish usuli aks ettiriladi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Broker puli deganda nimani tushunasiz?
2. Mahsulotlarga talab narxlari aniqlanganmi?
3. Sotish narxlari oldindan tayinlanganmi?
4. Brokerning sotib olinadigan mahsulotlarining pulini iqtisodiy matematik modelini yoza olasizmi?
5. Narxlar vaqt bo'yicha o'zgaruvchi miqdorlarmi?
6. Narxlar modelda qanday ifodalanadi?



$$\sum_{i=1}^n P_i(t) X_j < L \quad (1)$$

2. Mahsulot turlarining hajmlari har doim musbat va butun son bo'lish sharti:

$$X_j \dots 0, \text{ bunda } j=1, \dots, n \quad (2)$$

3. Mahsulotlarni realizatsiya qilishdan olinadigan daromad eng katta songa teng bo'lishi kerak:

$$F(x) = \sum_{j=1}^n a_j(x)_j \rightarrow \max \quad (3)$$

Shunday qilib (1), (2) cheklanishlar va (3) maqsad funksiya birgalikda brokerning mahsulotni realizatsiya qilishining iqtisodiy-matematik modelini tashkil etadi.

Lekin brokerning iqtisodiy-matematik modelini tuzishda yana quyidagi qo'shimcha shartlar bajarilishi kerak.

#### 14.3. Informatsiyalarning o'zgarishi.

Birinchi cheklanishda L brokerda bo'lgan umumiy maqsad funksiyada  $a_j(t) = c_j(t) - P_j(t)$ . Boshqa iqtisodiy modellardan farqi shundaki, bu modelda yana qo'shimcha cheklanishlarni nazarga olish kerak.

a) Yechimlar qisqa muddatlarga qabul qilingani sababli narxlar o'zgarmas sonlarga teng deb qabul qilinadi, ya'ni:

$$C_j(t) = C_j = \text{const}$$

$$P_j(t) = P_j = \text{const}$$

b) Shunday tayyor mahsulotlar ko'riladiki, agar ularda quyidagi shartlar bajarilsa:

$$a_j = c_j - p_j > 0$$

ya'ni, har bir mahsulotning talab narxi  $c_j$  har doim sotish  $p_j$  narxdan katta bo'lishi talab etiladi ( $a_j > p_j$ ). Brokerning iqtisodiy - matematik modelini EHM da dasturlash uchun TURBO - PASKAL tilida uch qismdan iborat bo'lgan algoritm tuzish mumkin:

1. Asosiy menyu.
2. Tovarlarning sonlar bazasi.
3. Qaror qabul qilish.

Asosiy menyu tovarlar bazasi bilan qarorlar qabul qilish rejimlarini birga ishlashni ta'minlashi kerak.

«Tovarlar sxemasi bazasi» rejimida, tovarlarning sonlar bazasi quyidagi jadval ko'rinishida struktura hosil qilishi kerak:

| Tovar<br>nomeri | Tovarning<br>nomi | Tovar<br>adresi | Tovar soni | Sotiladigan<br>narx $P_j(t)$ | Talab $C_j(t)$ |
|-----------------|-------------------|-----------------|------------|------------------------------|----------------|
|                 |                   |                 |            |                              |                |

Bu rejimda boshlang'ich axborotlarni kiritishga, muharrirlashgan tovarlarni u yoki boshqa turlarga yuboriladi.

«Qaror qabul qilish» rejimida esa, boshlang'ich qiymat brokerning quyidagi  $L$  summa pulga qaratilgan bo'ladi. Hisoblashlar to'g'ri butun sonli ko'p yoqliklar asosida o'tkaziladi hamda quyidagi formada natijalar ifodalanadi.

Sistema 40 nomergacha oltitadan kombinatsiyani nazarga olgan holda hisoblash o'tkazish mumkin. Natijani displeyga yoki printer orqali chiqarish mumkin.

Brokerning tovar nomer yo'li yig'indisi

| 1 | Tovar<br>raqami | Tovarning<br>raqami | Tovar<br>raqami | Tovar<br>raqami | Tovar<br>raqami | Tovar<br>raqami | Summadan<br>qoldiq | Yalpi<br>foйда |
|---|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| 2 | 1               | 2                   | 3               | 4               | 5               | 6               |                    |                |

### Xulosa

Matematik usullarni «Marketing» faniga ham muvaffaqiyatli qo'llashning broker faoliyatini ifodalovchi IMM tuzib, mahsulotlarni optimal realizatsiya qilish usuli aks ettiriladi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Broker puli deganda nimani tushunasiz?
2. Mahsulotlarga talab narxlari aniqlanganmi?
3. Sotish narxlari oldindan tayinlanganmi?
4. Brokerning sotib olinadigan mahsulotlarining pulini iqtisodiy matematik modelini yoza olasizmi?
5. Narxlar vaqt bo'yicha o'zgaruvchi miqdorlarmi?
6. Narxlar modelda qanday ifodalanadi?

## **§15. TO'QIMACHILIK VA YENGIL SANOATDA XOM ASHYOLARDAN FOYDALANISH MASALASINI OPTIMALLASHTIRISH**

**15.1. Qorishmalarni tuzishni optimallashtirish.**

**15.2. Tolalar aralashmasining optimallashtirishning effektiv mezon.**

**15.3. Qorishma tannarxi mezon bo'yicha tolalarning qorishmasini optimallashtirish modeli.**

**15.4. Tolalar qorishmasi tarkibining tannarxini optimal qiymatini hisoblash.**

**15.1. Qorishmalarni tuzishni optimallashtirish.**

Yengil sanoatda, xususan, to'qimachilik sanoatining yigiruv fabrikalarida har xil turdagi qorishmalar va birlashmalarni tuzish muhim ishlab chiqarish masalasi bo'lib, ularning aniq yechimiga texnologik jarayon va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar bog'liq. Bunday masalalar, avvalo har xil xossalarga ega bo'lgan tolalarni aralashtirish, yog'li emulsiyalarni tuzish, ranglaydigan tarkiblar retsepturasini hosil qilish, kleylar, silliqalaydigan eritmalar va hokazolar bo'la oladi. Umuman, qorishma masalasini optimallashtirishni chiziqli programmashtirish masalasi ko'rinishida ifodalash mumkin.

**15.2. Tolalar aralashmasini optimallashtirishning effektiv mezon.**

Qorishmalarni loyihalashdan asosiy maqsad qilib, shunday alohida komponentalarni kombinatsiyasining hosil qilish qo'yiladikim, bir tomondan nisbatan kamxarajatli qorishmalar hosil qilinsa, boshqa tomondan sifat darajasiga munosib vakolatli bo'lishi kerak.

Qorishmalarning tarkibini tuzish, bu juda katta mehnat talab qiladigan va ma'suliyatli jarayon. Ma'lumki, paxta yigiruvda, masalan aralashmalar tuzish jarayonida, paxtaning seleksiyasi turi, markasa va navlari nazarga olinadi.

Xomashyo va paxta tolalarining ba'zi navlarini narxlarini nazarga olgan holda, ularning chiziqli zichligi (tigizligi), tola uzunligiga, uzulish yuklamasi, chiqindilar yig'indisi va hokazolarga ahamiyat beriladi.



Masala yanada murakkablashadi, agar har xil tolalar aralashtirilsa, masalan paxta tolalari va lavsan hamda lavsan shtapelli tolalar aralashtirilsa. Tayyorlangan qorishma avvalgi foydalangan qorishmaga nisbatan bir jinsli bo'lishi nazarga olinishi kerak.

Ma'lumki, yuqoridagi hamma talablarni intuitiv ravishda sezgi organlar yordamida yoki oddiy hisoblash usulida aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun qorishmaning retsepturasini tuzishda shunday shartlarni ifodalash kerakki, matematik programmashtirish iqtisodiy modelini to'liq ifodalasin.

Qorishmaning loyihalashtirishida asosiy talab, bu iqtisodiy ko'rsatkich bo'lib, xomashyolarga bo'lgan xarajatlarni xarakterlaydi. Bu ko'rsatkichlar qorishma birligining tannarxi, qorishma tannarxidan, paxtaning kalavasini undan chiqishi hamda xomashyolarga xarajatlar, tolalar qorishmasining tannarxi bo'lishi mumkin.

Tolalarning aralashmasini optimallashtirish mezonining eng sodda ko'rinishini qorishmaning massasi birligining tannarxini ifodalash hisoblanadi (bir sentner, 1 t.).

Qorishma tannarxining minimalligini loyihalashda, quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$X_j$  - j tur yoki tola navining qorishma massasining birligi;

$C_j$  - j tur yoki tola navining ulgurji narxi.

Bu holda maqsad funksiya quyidagicha yoziladi:

$$L(x) = \sum_{j=1}^n C_j X_j \rightarrow \min \quad (A)$$

Aniqroq natijaga ega bo'lish mumkin, agar maqsad funksiyada kalavaning chiqishi, har bir tolaning turi (navi) nazarga olinsa, ya'ni qorishmadan kalava chiqishining umumiy hajmi aniqlangan bo'lsa. Bu holda, qorishma birlik masasining tannarxi kalavaning undan chiqishini nazarga olgan holda hisoblanadi:

$$L(X) = \sum \frac{C_j X_j}{\omega_0} \rightarrow \min \quad (B)$$

bunda  $\omega_j$  - j - novdagi toladan kalavaning chiqadigan qismi.

Yana aniqroq natijaga ega bo'lishimiz mumkin, agar xomashyoga xarajatlar kalavaning tannarxi bo'yicha minimizatsiyalashgan bo'lsa, bu holda optimallashtirish mezonini tolalarning aralashmasida quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$L(X) = \frac{\sum_{j=1}^n C_j X_j - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_i d_{ij} X_j}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (1 - d_{ij}) X_j} \rightarrow \min \quad (C)$$

bunda  $i$  – chiqindilarning tartib nomeri;

$d_{ij}$  –  $i$  – turdagi chiqindi  $j$  – navdagi tola masalasidan;

$C_i$  –  $i$  – turdagi chiqindi birliginin g tannarxi.

Ma'lumki, keltirilgan ifodada  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_i d_{ij} X_j$  – chiqindilarning birlik

massalarining tannarxi,  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (1 - d_{ij}) X_j$  – bu yig'indi, qorishma birlik

massasidan kalava qismini ifodalaydi.

Ifoda (S) kasr chiziqli funksiya bo'lgani uchun, uni yechishda maxsus algoritmni qo'llash kerak.

Iqtisodiy ko'rsatkichlardan boshqa, masalaning maqsad funksiyasi yana muhim bo'lgan maksimallashtirish talabi hisoblanadi, bu esa muhim bo'lgan tolalarning sifat ko'rsatkichidir. Bunday ko'rsatkichga, masalan, birlik tolalarining qorishma tarkibiga bo'lgan tolaning uzilish quvvati hisoblanadi. Bu holda o'rtacha uzilish quvvatini maksimallashtirish talabining maqsad funksiyasi quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$L(x) = \sum_{j=1}^n P_j X_j \rightarrow \min \quad (D)$$

bunda,  $P_j$  –  $j$  novdagi tolaning uzilish quvvati. Tolalarni ratsional ravishda aralashtirishning effektiv mezoni tomonidan xususiy bo'lib, korxona boshlig'i tomonidan konkret hollarda tanlanadi.

### 15.3. Qorishma tannarxi mezoni bo'yicha tolalar qorishmasini optimallashtirish modeli.

Tolalar qorishmasini optimallashtirish modelini qorishma tannarxi mezoni bo'yicha aniqlaymiz.

Buning uchun quyidagi belgilarni kiritamiz:

$T_j$  – tolanning  $j$  komponentining chiziqli zichligi;  
 $T$  – tolanning qorishmada rejalashtiradigan o'rtacha chiziqli zichligi;  
 $L_j$  –  $j$  tolanning komponentasi bo'yicha o'rtacha uzunligi;  
 $l$  – tolanning qorishmada rejalashtiradigan o'rtacha uzunligi;  
 $R_j$  – tolalarning  $j$  komponentasini uzilish quvvati;  
 $R$  – qorishmadagi tolalarni rejalashtiradigan o'rtacha uzilish quvvati.

Texnika iqtisodiy ko'rinishda, masalaning qo'yilishi, qorishmaning shunday fizik va mexanik xossalarga ega bo'lishi kerakki, uning minimal qiymatga teng bo'lsin.

Masalaning cheklanishlarini ifodalaymiz:

Qorishmaning to'plamli sharti

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

Tolaning o'rta chiziqli zichligi, qorishmada rejalanganidan oshmaslik sharti;

$$\sum_{j=1}^n T_j X_j \leq T; \quad (b)$$

Loyihalanadigan qorishma tarkibidagi o'rta chiziqli tolalarning kattalikdan oz bo'lmaslik sharti :

$$\sum_{j=1}^n l_j X_j \geq l \quad (c)$$

Shunday qorishma tuzish kerakki, tolanning o'rtacha uzilish quvvati, rejalashgan qiymatidan oshmaslik sharti o'rinli bo'lsin :

$$\sum_{j=1}^n P_j X_j > P \quad (d)$$

Shunday qilib, a, b, c, d cheklanishlarni nazarga olib, maqsad funksiyaning (B) eng kichik qiymatini hisoblash kerakki.  $X_1, X_2, \dots, X_n$  o'zgaruvchilar to'plami musbat qiymatga ega bo'lganida, bular birgalikda chiziqli programmashtirish masalasini ifodalaydi.

#### 15.4. Tolalar qorishmasi tarkibining tannarxini optimal hisoblash.

Tolalar qorishmasini optimallashtirish masalasining iqtisodiy matematik modelini tuzib, aniq qiymatlar uchun masalani yechamiz.



Paxta tolalari qorishmasidan asos kalava yigirish kerakki, o'rtacha chiziqli zichligi 18,5 -25 teks.ga teng bo'lsin.

Buning uchun fabrika to'rt navdagi paxta tolalardan foydalanadi (a jadval). Shunday tolalar qorishmasini tuzish kerakki, sifat ko'rsatkichi rejalashgandan kam bo'lmasdan, tannarxi shu shartlarda minimum qiymatga erishsin.

Maqsad funksiyani qiyamati, ya'ni qorishmaning birlik massasi eng kichik qiymatga teng bo'lish sharti;

$$L(x) = \sum_{j=1}^n C_j X_j \rightarrow \min$$

Aniq boshlang'ich qiymatlarni nazarga olgan holda, bu funksionaldan foydalanib (a jadval) dan, quyidagi maqsad funksiyani hosil qilamiz.

$$L(x) = 2,69x_1 + 2,52x_2 + 2,03x_3 + 1,4x_4 \rightarrow \min$$

a-jadval.

| Paxta navlari                                | Indeks lar (I) | axtanin g ulgurji narxi. Si lt. mln. so'm | Tolalarni ng chiziqli zichligi M. Teks (Tj) | Tolalarni ng uzunlik o'rtacha o'lchovi mm.lj | Uzilish quvvati. SN (Pj)       |
|----------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
| I                                            | 1              | 2,69                                      | 164                                         | 28,6                                         | 4,54                           |
| II                                           | 2              | 2,52                                      | 144                                         | 27,2                                         | 4,15                           |
| III                                          | 3              | 2,03                                      | 163                                         | 26,5                                         | 4,06                           |
| IV                                           | 4              | 1,42                                      | 134                                         | 27                                           | 3,51                           |
| Qorishmani ng rejalashgan sifat ko'rsatkichi |                | 2,2772                                    | 162 dan oshmaslig i kerak                   | 27,3 dan oz bo'lmastli k sharti              | 4,2 dan oz bo'lmastli k sharti |

Iqtisodiy – matematik modelda funksional cheklanishlar quyidagi shartlar orqali ifodalanadi.

Qorishmaning to'plamli sharti

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1$$

Chiziqli zichlik bo'yicha

$$164X_1 + 144X_2 + 163X_3 + 134X_4 \leq 162;$$

tolalarning uzunligi bo'yicha

$$28,6X_1 + 27,2X_2 + 26,5X_3 + 27X_4 \geq 27,2;$$

tolaning uzilish quvvati bo'yicha

$$4,5X_1 + 4,15X_2 + 4,06X_3 + 3,51X_4 \geq 4,2;$$

Noma'lumlarning musbatlik sharti o'rinli

$$X_i \geq 0, i=1,4$$

Masalaning iqtisodiy-matematik modelini kononik ko'rinishga keltirib optimallashtirishning simpleks usulini qo'llab, sun'iy bazis kiritib, qorishmaning 1t. uchun tannarxini, ya'ni eng kichik qiymatini aniqlaymiz.

$$F(x)=2,2772 \text{ mill. So'm.}$$

Hisoblangan maqsad funksiyaning qiymati, qorishmaning eng arzon, optimal narxi hisoblanadi.

Bu qiymatni, quyidagi optimal yechim, vektor orqali ifodalash mumkin:

$$X=[X_1, X_2, X_3, X_4] = [0,4198 ; 0,5313; 0; 0,0489]$$

Bu yechimdan xulosa qilish mumkinki, qorishma tarkibida paxtaning 41,98 % I navli paxta, 53,13 %ni II - navli paxta va 4,89% ni IV - navli paxtani hosil qilar ekan, optimal yechim vektor esa, cheklanishlarni va maqsad funksiyani qanoatlantiradi.

Qorishmaning 1 tonnasining tannarxi  $F(x)=2,2772$  mln.so'mga teng ekan.

Boshlang'ich qiymatlarning o'zgarmasligini nazarga olgan holda, masalaning uzilish quvvatini aniqlashining iqtisodiy-matematik modeli quyidagicha ifodalanadi :

$$\begin{cases} X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1 \\ 28,6X_1 + 27,2X_2 + 26,5X_3 + 27X_4 \geq 27,3 \\ 164X_1 + 144X_2 + 163X_3 + 134X_4 \leq 162 \\ 2,69X_1 + 2,52X_2 + 2,03X_3 + 1,42X_4 = 2,2772 \end{cases}$$

$$X_i \geq 0; i = 1,4$$

$$F_1(x)=4,54X_1+4,15X_2+4,06X_3+3,51X_4 \rightarrow \max$$

Bu iqtisodiy-matematik modelni yechib paxta tolasining o'rta uzilish quvvati hisoblandi, qorishma tarkibini optimallashtirishga esa shu ko'rsatkich bo'yicha  $F_1(x)=4,282$  c<sub>H</sub> gacha o'sdi, lekin qorishma tannarxi o'zgarmadi, avvalgi aniqlangan minimal qiymat darajasida qoldi.

Amaliyotda, yana bir necha o'nlab cheklanishlarni tuzib, iqtisodiy-matematik modelga qo'shish mumkin, bunda maqsad funksiyaning qiymati yanada kuchayadi.

### **Tayanch iboralar**

Qorishma, tolalar aralashmasi, effektiv mezon, yigirish, ulgurji narx, tolaning uzunligi quvvati, paxta navlari, paxta tolasining o'rta uzunlik quvvati.

### **Xulosa**

To'qimachilik va yengil sanoatlarida har xil tolalardan qorishmalar tayyorlaniladi yoki boshqa qorishmalar, bunda har xil mezonlar qabul qilinadi hamda har xil maqsad funksiyalar tuziladi. Masalan: qorishmaning minimal tannarxi, kalavaning o'rtacha uzilish quvvatini aniqlash.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Qaysi qorishma masalalarini bilasiz?
2. Qorishma tannarxining minimallik mezonini yoza olasizmi?
3. Tolalar aralashmasining mezonini yozing?
4. Tolalarning to'plamli shartini yozing?
5. Modelda musbatlik shart o'rinlimi?
6. Qorishma masalasi chiziqli programmalashtirish masalasi bo'la oladimi?
7. Qorishma sifat ko'rsatkichi o'rinlimi?
8. Qorishmada paxtaning qaysi navlaridan foydalanish mumkin?



## § 16. CHIZIQSIZ MODELLARNING PROGNOZ MASALASINI YECHISH, IMITATION, ANALITIK MODELLASHTIRISH, MODEL PARAMETRLARINI EXCEL-DA, PASKAL-DA ANIQLASH

16.1. Chiziqsiz modellarning turlari.

16.2. Lagranj funksiyasi.

16.3. Chiziqsiz modellarni chiziqli modellarga aylantirish.

16.4. Imitation modellash.

16.5. Analitik modellash usullari.

16.6. Bir faktorli chiziqli regressiya tenglamasining parametrlarini  
EXCEL-da aniqlash.

16.1. Chiziqsiz modellarning turlari.

Chiziqli modellarning cheklanishlari yoki maqsad funksiyasi chiziqsiz funksiyalardan iborat bo'lishi yoki ham cheklanishlar, ham maqsad funksiya chiziqsiz funksiyalardan iborat bo'lishi mumkin. Tabiatdagi jarayonlar va korxonalar faoliyatini baholaydigan modellar chiziqsiz modellar bilan ifodalanishi mumkin. Korxonaning yalpi mahsulotlarini ishlab chiqarish masalasi chiziqsiz funksiya ko'rinishida ifodalanadi. Bunda funksiya qiymatlari boshqarish qonunlariga yoki boshqarib bo'lmaydigan qonuniyatga ega bo'lishi mumkin, ya'ni ular ehtimollik funksiyalardan hosil bo'lishi mumkin. Bunday masalalar, ko'pincha, milliy iqtisodiyotni boshqarishda uchraydigan masalalar bo'lishi mumkin. Masalan: fermer xo'jaligi, jamoa xo'jaligi, viloyat bo'yicha yalpi mahsulot chiziqsiz modelini tuzish uchun ishlab chiqarish funksiyalaridan foydalanish mumkin, bu funksiyalar quyidagi ko'rinishlarda berilishi mumkin:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_1 x_2 + a_4 x_2 x_3 + \dots + a_n x_{n-1} \cdot x_n, \quad (1)$$

$$y = a_0 + a_1 x_2 + a_2 x_2^2 + a_3 x_3^3 + \dots + a_n x_n^n, \quad (2)$$

$$y = \exp(a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n), \quad (3)$$

$$Y = A_0 \cdot \prod_{i=1}^n X_i^{a_i} \quad (4)$$

Oxirgi, 4-modelda  $p=2$  ga teng bo'lsa, Kobbi –Duglas modelini hosil qilamiz.

Yuqoridagi modellar ko'p o'zgaruvchilarda bog'liq bo'lgan modellardir. Bu modellarga cheklanishlar qo'shilsa optimallashtirish modellari hosil bo'ladi. Cheklanishlarning soni 1 ta, 2 ta va bir necha chiziqli tenglamalardan iborat bo'lishi mumkin. Har bir noma'lum o'zgaruvchi yana o'zining chiziqli tenglamasidan iborat bo'lishi mumkin.

## 16.2. Lagranj funksiyasi.

Masalan, tabiatdagi va korxonalarning ishlab chiqarish masalasi uchun ularning modellarini hosil qilish mumkin. Chiziqsiz (3), (4) IMMni logarifmlab, yangi o'zgaruvchilar kiritib, ularni chiziqli modellarga keltirish mumkin. Keyin esa, eng kichik kvadratlar usulini qo'llab optimal yechimlarini aniqlash mumkin. Ba'zan optimallashtirish masalalarini yechganda, Lagranj funksiyasini ham qo'llash mumkin. Bunda avval chiziqsiz modellar cheklanishlarining noma'lum parametrlari aniqlanib, keyin esa, koeffitsiyent orqali Lagranj funksiyasi tuziladi va funksionalning ekstremal qiymati aniqlanadi:

$$F(x) = (P_1 X_1 + R_2 x_2) + L \cdot (y - A x_1^{a1} x_2^{a2}) \rightarrow \min \quad (1).$$

Bunda, yana quyidagi cheklanish o'rinli bo'lganda.

$$Y = A x_1^{x1} x_2^{x2} \quad (2)$$

Ekstremal masalaning iqtisodiy-matematik modeli hosil bo'ldi.

Ma'lumki, funksionalning cheklanishi chiziqsiz ko'rinishda berilgan.

## 16.3. Chiziqsiz modellarni chiziqli modellarga aylantirish.

Chiziqsiz iqtisodiy-matematik modellar uchun quyidagi misollarni keltiramiz: qishloq xo'jaligida yillar bo'yicha ishlab chiqaradigan mahsulotlarning hosildorligi, havoning nisbiy namligi, yilning dekadoviy temperaturalar, yer osti suvlarning satrlarini ifodalaydigan modellar. Bu modellar chiziqsiz modellar orqali ifodalanadi, chunki bunda chiziqsiz model to'rt qismdan iborat bo'lishi mumkin, modelning chiziqli qismi  $-u=ax+b$  funkiya orqali, ikkinchi qismi modelning davriy qismini ifodalaydi va h.k.

Misol: korxonaning yalpi ishlab chiqaradigan mahsuloti quyidagi iqtisodiy matematik model orqali berilishi mumkin.

$$Y = A x_1^{a1} \cdot x_2^{a2} \cdot x_3^{a3} \quad (3)$$

Noma'lum  $A, a_1, a_2, a_3$  parametrlarni aniqlash kerak, uchinchi kurinisdagi modelda  $u, X_1, X_2, X_3$  vaqt oralig'ida kuzatilgan qiymatlar, tanlangan modelni logarifmlab, eng kichik kvadratlar usulini qo'llaymiz:

$$\text{Lny} = \ln A + a_1 + \ln x_1 + a_2 \ln x_2 + a_3 \ln x_3$$

Yangi o'zgaruvchilar kiritamiz:

$$\left. \begin{aligned} y &= A + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 \\ a_1 + a_2 + a_3 &= 1 \end{aligned} \right\} (4)$$

Sistemaning birinchi tenglamasiga eng kichik kvadratlar usulini qo'llab, noma'lum parametrlar uchun to'rtta tenglamalar sistemasini hosil qilamiz, bunda tenglamalar sistemasi ekstremal  $F(A, a_1, a_2, a_3)$  funksionaldan hususiy hosilalarni nolga tenglashtirib hosil qilamiz.

Oxirgi hosil bo'lgan sistemani yechib noma'lum parametrlarini aniqlaymiz, optimallashtirish masalasida cheklanishlar sistemasi ma'lum bo'ladi, keyin esa masalaning optimallashtirishiga o'tiladi.

#### 16.4. Imitatsion modellash

Amaliy masalalar o'zining ma'lum bir konkret vaqt intervalida qo'llanishi bilan nazariy masalalardan farq qiladi. Amalda bizni qiziqtirgan real obyekt cheksiz vaqt davomida qarshi ma'noga ega emas. Amaliy masalalarni yozishda, asosan, qarab chiqilgan konstruktiv matematik usullardan foydalaniladi. Ana shunday usullardan biri imitatsion modellashdir. Imitatsion model nima, u nimani o'rganadi, analitik modellashdan farqi, qulayligi va hozirgi zamondagi o'rni - ana shunday savollarga javoblar ushbu bobda qarab chiqiladi.

Imitatsion model bu o'rganilayotgan obyektimizning ma'lum biror vaqt intervali oralig'idagi dinamik o'zgarishlarini akslantiruvchi algoritmining kompyuter uchun mo'ljallangan programmasidir.

Bizga ma'lumki, imitatsiya lotincha so'z bo'lib «taqlid qilish», «o'xshash» degan so'zlar ma'nosida ishlatiladi. Modellashdirish nuqtai nazarida imitatsion model real obyektning kompyuterdagi «aynan» obrazi yoki «nusxasi». Bu «nusxa» real obyektning asosiy va asosiy bo'lmagan xususiyatlarini o'zida akslantirishi mumkin. Analitik modellashdirish haqida buni ayta olmaymiz. Chunki analitik model real obyektning faqat va faqat eng asosiy xususiyatlarini o'zida akslantira oladi va real obyektning iloji boricha kerakli darajada soddalashtirilgan obrazidir. Imitatsion model buning teskarisi, ya'ni to'liq iloji boricha real obyektga kerakli darajada yaqinlashgan obrazidir. Imitatsion modellashdirish usuli real obyekt haqidagi har qanday ma'lumotdan foydalanishga imkon beradi. Analitik matematik modellashdirish usuli haqida buni aytish qiyin.



Albatta, yuqoridagilardan, imitatsion modellashtirish – analitik modellashtirishga nisbatan mukammal va effektlirrok degan xulosa kelib chiqmaydi. Bu ikki matematik modellashtirish usullarining bir-biridan tamoman farq qilishi, ularning har birini o'ziga xos masalalariga ega ekanligidan dalolat beradi, bundan kelib chiqadiki, har bir matematik modellashtirish metodi atrof-muhitni o'rganishdagi o'z o'rniga ega va hech qachon bir-birining o'rnini bosmaydi, faqat bir-birini to'ldiradi, xolos.

Imitatsion modellashtirish EHM va kompyuterlar bilan chambarchas bog'liqdir, ya'ni EHM va kompyutersiz imitatsion modellashtirish ma'noga ega emas. Hozirgi zamonda kompyutersiz taraqqiyotimizni tasavvur qilishimiz mumkin emas. Ana shuning o'zi imitatsion modellashtirishni hozirgi zamon taraqqiyot darajasidagi tutgan o'rnini yaqqol akslantiradi.

#### **a). Matematik modellashtirishda imitatsion yondashish.**

Amalda ko'p masalalar mavjudki, ma'lum bir konkret vaqt intervalida qaraladi. Misol uchun shunday aktual amaliy masalalardan biri ob-havoni oldindan ayta olish, atrof-muhitni ifloslanish darajasini oldindan ko'ra bilish, kompleks ishlab chiqarish obyektlarning trayektoriyasini kuzatishdek masalalar kiradi. Bunday tipdagi masalalar, ko'pincha, juda ko'p o'zgaruvchilar, parametrlar, ularning o'zaro chiziqli va chiziqsiz bog'liqliklari va natijaning xilma-xil (sonli kattaliklar, grafikaviy, jadvalli va o'zgaruvchilar) ko'rinishga ega bo'lishi bilan xarakterlanadi. Bunday tipdagi masalalar uchun u yoki bu tipdagi analitik bir butun matematik modelni ko'rish umuman mumkin emas. Ko'rilganda ham hozirgi paytda bunday modellarni analiz qilish umuman mumkin bo'lmasdan qoladi. Bunday tipdagi masalalar, asosan, hisoblash mashinalari (kompyuterlar) uchun mo'ljallangan bo'ladi. Bunda o'rganayotgan masala to'loji boricha elementar hodisalarga bo'linib, har bir elementar hodisaga alohida matematik model yoziladi va elementar modellarni ma'lum bir ketma-ketligini ta'minlovchi struktura yoziladi, ya'ni blok-sxema. Shundan so'ng bunday blok-sxema yoki strukturaviy sxemaga biror-bir algoritmik tilda kompyuterga mo'ljallangan programma yoziladi. Bizning yozgan programmamiz o'rganilayotgan masalaning dinamikasini kompyuterda akslantira olishi lozim, ya'ni bizni qiziqtirgan parametrlarning o'zgarishini oldindan ko'ra bilish mumkin bo'lsin. Ana shunday yozilgan programma o'rganilayotgan masalaning imitatsion modeli bo'la oladi. Imitatsion modelni boshqa tipdagi modellardan, amaliy nuqtai nazardan, imkoniyatlari ancha keng.

### b). Hisoblash eksperimentlarini o'tkazish.

Analitik modellarni tekshirish va ularni o'rganish usullari bilan biz batafsil tanishib chiqdik. Imitatsion modellarni tekshirish usullari analitik modellarni tekshirish usullaridan farqli o'laroq, hisoblash eksperimentiga asoslangan.

Hisoblash eksperimenti quyidagi bosqichlardan iborat:

- 1) modelni haqiqiy obyekt bilan muvofiqlashtirish;
- 2) model parametrlarini aniqlash va baholash;
- 3) prognozlashtirish masalalarini bajarish;
- 4) hisoblash natijalarini tahlil qilish va qayta ishlash;
- 5) real obyektни o'rganish maqsadida imitatsion modelda har xil ilmiy tadqiqotlarni o'tkazish.

Yuqoridagi bayon qilingan masalalarga alohida to'xtab o'tamiz.

1). Modelni haqiqiy obyekt bilan muvofiqlashtirish. Bu etapda, asosan, bizni ko'rgan imitatsion modelimiz o'rganilayotgan obyektimiz aniq akslantiriladimi yo yo'qmi degan savolga javob axtariladi. Muvofiqlik deganda miqdor jihatdan emas, balki sifat jihatdan imitatsion model natijalarining haqiqiy obyektда kuzatish natijalari bilan o'xshashligi bir xil yo'nalishdagi va hokazolar tushuniladi.

Bunda o'tkazilgan matematik tadqiqotlar asosida biror bir qulay algortmik tilda kompyuter uchun programma yoziladi. Yozilgan programma va tegishli berilganlar asosida kompyuterda bizni qiziqirgan hisoblashlar bajariladi. Olingan natija haqiqiy obyektда kuzatilgan berilganlar bilan solishtiriladi. Qiyosiy analiz natijasi asosida: agar muvofiqlik o'rnatilmagan bo'lsa, qaytib programmaga yoki matematik yozuvlarga ba'zi bir o'zgartirishlar kiritib, qaytib hisoblashga beriladi va yana qiyosiy analiz o'tkaziladi. Bu protsess bir necha marta o'tkaziladi, toki o'rganilayotgan obyekt va imitatsion model orasida muvofiqlik o'rnatguncha.

Qiyosiy analiz natijasida imitatsion model va uning haqiqiy objekti orasida muvofiqlik o'rnatilgan bo'lsa, imitatsion eksperimentning ikkinchi etapiga o'tiladi.

2). Model parametrlarini baholash. Bu etapda, asosan imitatsion model natijalarini nafaqat sifat jihatdan, balki miqdor jihatdan ham haqiqiy obyektни kuzatish natijalari bilan yaqinlashtirish masalasi hal qilinadi.

Bunda imitatsion modelga obyektning dinamikasini xarakterlaydigan ba'zi bir parametr yoki kattaliklar hisobga olinganki, ularni haqiqiy obyekt kuzatilayotganda tabiiy eksperimentlarda aniqlab bo'lmaydi. Bunday parametrlarni aniqlash bajarilayotgan ilmiy ishning eng asosiy va negizi hisoblanadi. Modellashtirishning maqsadi tabiiy eksperimentlarda



aniqlanishi mumkin bo'lmagan ana shunday parametrlarni aniqlashdan iboratdir. Bu parametrlar quyidagicha baholanadi: avval bunday parametrlarga eksperiment mumkin bo'lgan biror-bir qiymat beriladi. Hisoblash eksperimenti kompyuterda bajariladi. Natija haqiqiy obyektning kuzatishlari bilan solishtiriladi va shu qiyosiy analiz natijasi asosida o'rganilayotgan parametrga keyingi qiymat berilib ko'riladi va yana hisoblash eksperimenti o'tkaziladi. To ma'lum bir kerakli yaqinlikka erishilguncha, bu jarayon davom etiladi. Kerakli yaqinlikka erishilgan hisoblash eksperimentidagi parametrlarning qiymati o'rganilayotgan parametrimizning haqiqiy qiymatiga yaqin qiymat deb qabul qilamiz va shu parametrlarning o'zgarish intervalini aniqlaymiz. Keyingi qadam aniqlangan parametrimizni o'rganilayotgan obyektimizga nisbatan xarakterlashimiz, ya'ni fizik ma'nosini tushuntira olishimiz kerak.

Agar o'rganilayotgan modelda parametrlar yoki kattaliklar ko'p bo'lsa, unda parametrlarni baholash masalasi qiyinlashadi. Chunki to hozirgacha matematik modellashtirish nazariyasida modeldagi bir necha parametrlarni birgalikda baholash muammosi yechilma ochiq turibdi. Amalda bunday hollarda modelni alohida bloklarga bo'lib har bir blokdagi parametrlar alohida baholanadi.

Bu yo'l juda ko'p hollarda parametrlarni qo'pol baholashga olib keladi, ba'zi bir hollarda elementar zarrachalar fizikasi sohasida parametrlarni birgalikda baholash ishlari o'tkazilgan, bunda bir parametrlar baholanganda qolganlari o'zgarmasdan saqlanadi va bu protsess juda, to kerakli natija olguncha ko'p qaytariladi.

Birinchi va ikkinchi etapda bajarilgan ishlar imitatsion modellashtirishda identifikatsiyalash deb ataladi.

3). Prognozlashtirish masalalarini bajarish. Imitatsion modellashtirishning bu etapida biz identifikatsiyalashtirilgan modelimizni identifikatsiya jarayonida ishlatilmagan obyekt berilganlari bo'yicha hisoblash eksperimentini o'tkazamizki, bu protsess verifikatsiya deyiladi. Bu jarayon modellashtirishda real obyektning ba'zibir hisobga olinmagan (tabiiy eksperimentda ochiqdan ochiq tashlanmagan) tabiatini o'rganishdan iboratdir. Bunday hisoblash eksperimentlari obyektning bir necha har xil guruh berilganlari uchun o'tkaziladi. Ana shu jarayonda model bilan real obyekt dinamikasi orasida kerakli darajadagi yaqinlikka erishilsa, unda bizni ko'rgan modelimiz real obyekt dinamikasini akslantira oladi, deyishimiz mumkin, agar kerakli darajadagi yaqinlik, bo'lmasa demak, modelimizni qayta ko'rib chiqishga to'g'ri keladi. Bunda yana qaytadan hamma yuqoridagi jarayonlar qaytariladi.



4). Hisoblash natijalarini qayta ishlash, analiz qilish va xulosa chiqarish. Bu bosqichda verifikatsiya o'tkazilgan imitatsion modelni amalda qo'llash andazalari ishlab chiqiladi, ya'ni imitatsion model natijalarini qulay ko'rinishini tanlash, imitatsion model natijalaridan qanday yangi xulosalar olish mumkin (ekspert masalalarini yechimi bo'lgan hisoblash, eksperimentlarni ishlab chiqish), imitatsion model natijalaridan qulay grafikaviy diagrammalar va jadvallar ko'rinishidagi informatsiyalarni olish yo'llarini axtarish, prognozlashtirishni hisoblash eksperimentlarini andazasini ishlab chiqarish va hokazolar kiradi.

5). Real obyektning o'rganish maqsadida imitatsion modelda har xil ilmiy tadqiqotlarni o'tkazish.

Juda ko'p hollarda real obyekt ustida tabiiy eksperimentlarni o'tkazish mumkin emas yoki tamoman yo'q. Masalan, yangi ximik preparatlarni tabiiy holda, o'simliklarga yoki hasharotlarga ta'sirini o'rganish (ekosistemasining ifloslanishi, bir tomonlama jarayonlarni ro'y berish mumkinligi, kommuniyativlik xossasiga ega bo'lish mumkinligi va hokazolar), yer iqlimini global masshtabda o'rganish, biosferani o'rganishda davlat iqtisodiyotini o'rganishda, quyoshdagi termodinamik reaksiyalarni o'rganishda, yadro fizika obyektlarni (glyuonlarni, kvarklar) va hokazolarni o'rganish jarayonlarida. Ana shunday holatlarda imitatsion modelda har xil, mantiqan mumkin bo'lgan hisoblash eksperimentlarni o'tkazish juda qo'l keladi va birdan bir tadqiqot o'tkazish metodi bo'lib xizmat qiladi. Bunday hisoblash eksperimentlariga misol plazma jarayonini o'rganishdagi T-qavatning aniqlanishi, sinergetik (o'z-o'zidan shakllanish nazariyasi) sohasidagi hisoblash eksperimentlari va hokazolar misol bo'la oladi.

## 16.5. Analitik modellashtirish usullari.

### a) o'rta qiymatlar usuli.

Tanlangan  $y=f(x, a, b)$  matematik modelda, ya'ni emperik formulaga erkli o'zgaruvchining jadvaldagi  $X_i$ , bunda  $i=1,2,\dots,n$  qiymatlarini birin-ketin qo'yib, funksiya  $Y_i$  qiymatlarini hisoblaymiz ya'ni,  $y_i=f_i(x_i, a, b)$ , yoki  $y_i=ax_i+b$  (1).

Umuman aytganda, funksiyaning olingan qiymatlarini uning jadvaldagi qiymatlaridan chetlanadi:

$$y_i=f_i(x_i, a, b)=e_i$$

O'rta qiymatlar usuliga binoan, chetlanishlar algebraik yig'indisi nolga aylanadigan chiziqning holati eng yaxshisi hisoblanadi.

$$\sum_{i=1}^n e_i = \sum_{i=1}^n [y_i = f(x_i, a, b)] = 0.$$

O'rta qiymatlar usuli bo'yicha a va b parametrlarning qiymatini aniqlash uchun  $e_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) xatoliklar (chetlanishlar) to'plami ikki guruhga ajratilib, har bir guruhdagi chetlanishlar algebraik yig'indisi nolga tenglashtiriladi.

Shunday qilib, a va b parametrlarni aniqlash uchun ikkita tenglamadan iborat bo'lgan quyidagi sistemaga ega bo'lamiz:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^k [y_j' - f(x_j', a, b)] = 0 \\ \sum_{j=k+1}^n [y_j'' - f(x_j'', a, b)] = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Bu yerda  $j=k$  va  $j=n-k$  jadval qiymatlariga mos birinchi va ikkinchi guruh sonlari. Sistemadagi ayirmalar yig'indisini, yig'indilar ayirmasi bilan almashtirsak quyidagi sistema hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^k y_j' = \sum_{j=1}^k f(x_{j-k}', a, b) \\ \sum_{j=k}^{n-k} y_j'' = \sum_{j=1}^{n-k} f(x_{j+1}'', a, b) \end{cases} \quad (2)$$

Bu sistemaning birgalikdagi yechimi a va b parametrlarning son qiymatini beradi. Ularni  $y=f(x, a, b)$  ifodaga olib borib qo'ysak, izlanayotgan emperik munosabatga ega bo'lamiz, ya'ni jarayonlarining bog'lanishi matematik modeli orqali ifodalandi.

### O'rta qiymatlar usulida matematik model tuzish.

Misol: boshlang'ich qiymatlar berilgan deb hisoblanib, ularning ( $x$  va  $u$ ) masalan, beshta va uchta qiymatlarini gruppalar qo'shib, hisoblab quyidagi jadvalni hosil qilamiz:

| №  | X  | $\Sigma X$ | Y  | $\Sigma Y$ |
|----|----|------------|----|------------|
| 1. | 2  |            | 4  |            |
| 2. | 4  |            | 6  |            |
| 3. | 6  | 30         | 13 |            |
| 4. | 8  |            | 15 | 550        |
| 5. | 10 |            | 17 |            |
| 6. | 12 |            | 18 | 570        |
| 7. | 14 | 42         | 19 |            |
| 8. | 16 |            | 20 |            |

Izoh: u ning qiymatlari 10 ga ko'paytirilgan.

Hosil bo'lgan o'rta qiymatlarni oxirgi 2-sistemaga qo'yib, quyidagi sistemani hosil qilamiz:

$$550 - 30a + 5v$$

$$570 - 42a + 3v$$

Bu sistemani yechib a va v no'malum parametrlarni aniqlaymiz:

$$a=10 \text{ va } v=50$$

Shunday qilib, iqtisodiy jarayonlar quyidagi qonuniyat bilan o'zgarar ekan.

$$u=10x+50$$

Bu hosil qilingan matematik modelning erkli o'zgaruvchisiga qiymat berib prognoz masalasini yechish mumkin hamda matematik modelni baholash uchun, nisbiy xato va korrelatsiya koeffitsiyenti hisoblanadi.

## b) MATEMATIK MODEL TANLASHNING EMPIRIK USULI.

Faraz qilaylik, qator kuzatishlar natijasida olingan x va y miqdorlar orasida bog'lanish quyidagi son qiymatlar ( $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$ ) ko'rinishida bo'lib, ular orasidagi funksional bog'lanish noma'lum bo'lsin:

|   |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|
| X | $X_1$ | $X_2$ | ..... | $X_n$ |
| Y | $Y_1$ | $Y_2$ | ..... | $Y_n$ |

Bu x va y miqdorlar orasidagi analitik ifodani shu kuzatilgan qiymatlar asosida topish talab qilinsin, bunday formulaga empirik formula deyiladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, empirik formulani qurish masalasi interpolatsiyalash masalasidan farq qiladi. Interpolatsiyalashda  $y=f(x)$  ko'rinishidagi ko'phad qidirilib, bunda  $y_1=f(x)$ ,  $1-1, n$  bo'ladi. Mana shu shartdan kelib chiqib, interpolatsiya ko'phadini shunday ko'rish mumkinki, bu paytda tajribada olingan natijalar funksiyaning hisoblangan qiymatlarida aynan takrorlanadi. Lekin, amalda bunchalik to'la mos tushishi shart emas, chunki interpolatsiya ko'phadi kuzatishlar paytida barcha xatoliklarni takrorlaydi.



$$Y=f(x,a_1,\dots,a_m)$$

$$m < n$$

Ko'rinishdagi emperik formulani aniqlaganda  $y_1-f(x_1,a_1,\dots,a_m)$  tenglikning aynan bajarilishi doimo talab qilinmaydi, balki  $f(x_1,a_1,\dots,a_m)-f(x_1)$  ayirmaning ko'rilayotgan sohada kichik miqdor bo'lishi yetarlidir.

Emperik formulani ko'rish masalasi ikki bosqichdan iborat:

1. Formulaning umumiy ko'rinishini aniqlash.
2. Tanlangan formula parametrlarini topish.

Agar  $X$  va  $U$  miqdori orasidagi bog'lanish xarakteri noma'lum bo'lsa holda emperik formulani iloji boricha sodda va yetarli aniqlik beradigan ko'rinishda tanlash ma'qul. Ba'zi hollarda emperik formulani tanlash o'rnatilayotgan bog'lanish xarakterini nazariy tasavvur, kuzatishda olingan qiymatlarni koordinatalar sistemasida chizib, hosil bo'lgan chiziqli o'zgarish qonuniyati oldindan ma'lum bo'lgan egri chiziqlar bilan taqqoslash asosida tanlash mumkin. Bu paytda tanlashni osonlashtirish uchun egri chiziqlardan iborat bo'lgan maxsus albomdan foydalanish ma'quldir. Ammo, chiziqsiz bog'lanishlarining grafigini ko'rish, izlanayotgan funksiya qanaqa analitik ifoda ko'rinishida? - degan savolga to'la javob bera olmaydi. Chunki, bu bog'lanish darajali, ratsional-kasrli, logarifmli x.k. bo'lishi mumkin.

Faraz qilaylikki,  $u$  miqdorda «a» va «b» parametrlardan iborat bo'lgan bir o'zgaruvchili funksiya bo'lsin. Izlanayotgan emperik bog'lanishni quyidagi funksiyalar majmuasi orasidan biri sifatida tanlash mumkin:

1)  $y=ax+b$  - chiziqli funksiya;

2)  $y=ab^x$  - ko'rsatgichli funksiya;

1)  $Y = \frac{1}{ax+b}$  - ratsional kasrli funksiya;

4)  $y=\ln x+b$  - logarifmli funksiya;

5)  $y=ax+b$  - darajali funksiya;

6)  $y=a+b/x$  - giperbolali funksiya;

7)  $y = \frac{x}{ax+b}$  - ko'rinishdagi ratsional kasrli funksiya

Ko'rilgan grafikka, nisbatan ko'proq mos tushadigan  $u=f(x)$ , ko'rinishidagi analitik bog'lanishni tanlash uchun, quyidagi qo'shim hisoblashni bajaramiz. Erkli o'zgaruvchining berilgan kesmadagi o'zgarish qiymatlari orasidan yetarli aniqlikka va iloji boricha bir-biridan uzoqroq yetuvchi nuqtalarni tanlaymiz. Sodaroq bo'lishi uchun, bu nuqta  $x_1$  va  $x_n$  deb belgilaymiz. So'ngra esa, ularning

o'rta arifmetik 
$$\bar{X}_{ar} = \frac{x_1 + x_n}{n}$$

o'rta geometrik 
$$X_{geom} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2}$$

o'rta garmonik 
$$X_{grm} = \frac{2x_1 x_n}{x_1 + x_n}$$

qiymatlarni hisoblaymiz.

Ko'rilgan grafikdan erkli o'zgaruvchining hisoblangan qiymat mos keladigan, hozircha analitik ko'rinishi noma'lum bo'lgan  $y=f(x)$  uchun, erksiz o'zgaruvchining qiymatlarini topamiz:

$$X_{ap} \rightarrow y_1,$$

$$X_{geom} \rightarrow y_2,$$

$$X_{grm} \rightarrow y_3.$$

Erksiz  $u$  o'zgaruvchi uchun qo'shimcha hisoblashni bajaramiz ya'ni chetki qiymatlarining o'rta arifmetigini:

$$Y_{ap} = \frac{y_1 + y_n}{2}$$

o'rta geometrigini

$$y_{geom} = \sqrt[n]{y_1 \cdot y_n}$$

va o'rta garmonligini

$$Y_{grm} = \frac{2y_1 \cdot y_n}{y_1 + y_n} \quad \text{hisoblaymiz.}$$

Grafikdan topilgan  $y_1, y_2, y_3$  qiymatlar bilan hisoblangan  $u_{geom}, u_{grm}$  qiymatlarni taqqoslab, ular orasidagi farqlarni bahola

$$\begin{array}{lll} |Y_r - Y_{ap}| = e_1 & |Y_1 - Y_{geom}| = e_2 & |Y_r - Y_{geom}| = e_7 \\ |Y_1 - Y_{geom}| = e_3 & |Y_2 - Y_{ap}| = e_4 & \\ |Y_2 - Y_{geom}| = e_5 & |Y_3 - Y_{ap}| = e_6 & \end{array}$$

Ushbu xatoliklar orasidan eng kichigini topamiz:

$$e = \min(e_1, e_2, \dots, e_7)$$

1. Agar barcha absolut xatoliklar orasida eng kichigi  $e_1$  bo'lsa, u holda berilgan grafikka mos keladigan analitik bog'lanish  $y = ax + b$  ko'rinishdagi chiziqli funksiyadir.

2. Agar eng kichik xatolik  $e_2$  bo'lgan holda, emperik bog'lanishni  $y = abx$

-ko'rsatkichli funksiya ko'rinishida tanlash kerak.

3. Eng kichik xatolik  $e_3$  bo'lsa, qidirilayotgan emperik bog'lanish

$$y = \frac{1}{ax + b} \text{ ratsional kasrli funksiya ko'rinishida aniqlanadi.}$$

4. Agar eng kichik absolut xatolik  $e_4$  bo'lsa,  $y = \ln x + b$  logarifmik funksiya yaxshi yaqinlanish beradi.

5. Kachonki  $e_5$  eng kichik absolut xatolik bo'lsa, emperik bog'lanish  $y = ax^b$  darajali funksiya ko'rinishida kidirish kerak.

6. Agar absolut xatoliklar orasida eng kichik  $e_6$  bo'lsa, u holda izlanayotgan bog'lanishni  $y = a + \frac{b}{x}$  giperbolali funksiya ko'rinishida tanlash ma'quldir.

7. Va nihoyat, qachon eng kichik absolut xatolik  $e_7$  bo'lsa, analitik bog'lanish sifatida  $y = \frac{x}{ax + b}$  tanlanadi.

## 16.6. Bir faktorli chiziqli regressiya tenglamasining parametrlarini EXCEL-da aniqlash

Matematik modellarni parametrlarini aniqlashni boshqa usulini ko'rib chiqamiz. Bir necha yilda mahsulotga talab (Y) va daromad (X) haqida ma'lumotlar berilgan bo'lsin.



| Yillar<br>n | Daromad<br>X | Talab<br>Y |
|-------------|--------------|------------|
| 1           | $x_1$        | $y_1$      |
| 2           | $x_2$        | $y_2$      |
| 3           | $x_3$        | $y_3$      |
| ...         | ...          | ...        |
| n           | $x_n$        | $y_n$      |

Faraz qilaylik, X va Y orasida chiziqli bog'lanish mavjud bo'lsin, ya'ni matematik modelni quyidagi ko'rinishda tanlaymiz:

$$y = a + bx$$

Regressiya tenglamasini aniqlash uchun tasodifiy miqdorlar orasidagi zichlik aloqalarni X va Y orasida, ya'ni korrelyatsion bog'lanishni aniqlaymiz.

Faraz qilaylik,

$x_1, x_2, \dots, x_n$  – bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilar qiymatlari;

$y_1, y_2, \dots, y_n$  – X o'zgaruvchidan bog'liq bo'lgan qiymatlar, ya'ni funksiyaning qiymatlari;

n – kuzatishlar soni.

Regressiya tenglamasini aniqlash uchun quyidagi kattaliklarning son qiymatlari aniqlanadi:

1. O'rta qiymatlar

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

ekzogen qiymatlar uchun

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \text{ - endogen qiymatlar uchun}$$

2. O'rta qiymatlardan chetlanish;

$$\Delta x_i = x_i - \bar{x}, \quad \Delta y_i = y_i - \bar{y}$$

3. Dispersiya kattaligi va o'rtta kvadratik chetlanish

$$D_x = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2}{n-1}; \quad D_y = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta y_i^2}{n-1}.$$

$$\sigma_x = \sqrt{D_x}, \quad \sigma_y = \sqrt{D_y}$$

Dispersiya va o'rtta kvadratik chetlanish kattaliklari kuzatiladigan miqdorlar atrofidadigan tarqoqlikni, o'rtta qiymatdan dispersiya qancha katta bo'lsa, tarqoqlik ham shuncha katta bo'ladi.

4. Korrelyatsion lahza quyidagicha hisoblanadi.

$$K_{x,y} = \frac{\Delta x_1 \cdot \Delta y_1 + \Delta x_2 \cdot \Delta y_2 + \dots + \Delta x_n \cdot \Delta y_n}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i \cdot \Delta y_i}{n-1}$$

Korrelyatsion lahza  $x$  va  $y$  lar orasida bog'lanishni ifodalaydi. Agar  $K_{xy} > 0$  bo'lsa, to'g'ri bog'lanishga ega. Agar  $K_{xy} < 0$  bo'lsa, o'zgaruvchilar teskari bog'lanishga ega bo'ladi.

5. Korrelatsiya koeffitsiyenti quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$R_{xy} = \frac{K_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}.$$

Isbotlanganki, korrelatsiya koeffitsiyenti minus bir va plus bir orasida joylashgan ( $-1 \leq R_{xy} \leq 1$ ). Korrelatsiya koeffitsiyentining kvadrati ( $R_{xy}^2$ ) determinatsiya koeffitsiyenti deyiladi.

Agar  $R_{xy} \geq 0.8$ , bo'lsa, hisoblashlarni davom etish kerak.

6. Regression tenglamalarning parametrlarini hisoblaymiz. Koeffitsiyent  $b$  quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$b = \frac{K_{xy}}{D_x};$$

Shundan keyin esa  $a$  parametrni oson hisoblash mumkin:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Parametrlar hisoblangandan keyin matematik model  $y=a+bx$  ko'rinishni qabul qiladi. X larga qiymat berib ( $x_i$ )  $y_i$  larni hisoblaymiz:

$$y_{ip} = a + bx_i$$

Bu holda funksiya bilan aniqlangan matematik model orasidagi qoldiqlar quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$u_i = y_i - y_{ip},$$

bunda:

$y_i$  - u -ning berilgan qiymatlari;

$y_{ip}$  - tuzilgan model orqali hisoblangan funksiya qiymatlari.

$U_i$  qiymatlarni yana statistik baholashlarda foydalanish mumkin.

**Misol.** Daromad (X) va talab (Y) haqidagi statistik ma'lumotlar berilgan. O'zgaruvchilar orasidagi korrelyatsion bog'lanish aniqlansin hamda regressiya tenglamasining parametrlari aniqlansin, agar kuzatishlar natijalari quyidagi jadvalda berilgan bo'lsin (A jadval)

A-jadval.

| Y illar<br>n | D a r o m a d<br>X | T a l a b<br>Y |
|--------------|--------------------|----------------|
| 1            | 1 0                | 6              |
| 2            | 1 2                | 8              |
| 3            | 1 4                | 8              |
| 4            | 1 6                | 1 0 , 3        |
| 5            | 1 8                | 1 0 , 5        |
| 6            | 2 0                | 1 3            |

Faraz qilaylik, A jadvalda keltirilgan miqdorlar orasidagi bog'lanish chiziqli ko'rinishda bo'lsin.

$$y=a+bx$$

Bu holda, hisoblashlarni EXCEL-da bajarib, quyidagi statistik funksiyalardan foydalanamiz:

SRZNACH – o'rta qiymatlarni hisoblash uchun;

DISP – dispersiyani hisoblash uchun;

STANDOTKLON – o'rta kvadratik chetlanishni hisoblash uchun;

KORELL – korrelatsiya koeffitsiyentini hisoblash uchun.

Korrelyatsion lahzani hisoblash mumkin, agar X va Y qatorlar uchun chetlanishlarni hisoblab, keyin esa funksiya SUMMPROIZV-dan foydalanib, yig'indi va ko'paytmalarni n-1 ga bo'lish kerak.



3. Dispersiya kattaligi va o'rtta kvadratik chetlanish

$$D_x = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2}{n-1}; \quad D_y = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta y_i^2}{n-1}.$$

$$\sigma_x = \sqrt{D_x}, \quad \sigma_y = \sqrt{D_y}$$

Dispersiya va o'rtta kvadratik chetlanish kattaliklari kuzatiladigan miqdorlar atrofidadigan tarqoqlikni, o'rtta qiymatdan dispersiya qancha katta bo'lsa, tarqoqlik ham shuncha katta bo'ladi.

4. Korrelyatsion lahza quyidagicha hisoblanadi.

$$K_{x,y} = \frac{\Delta x_1 \cdot \Delta y_1 + \Delta x_2 \cdot \Delta y_2 + \dots + \Delta x_n \cdot \Delta y_n}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i \cdot \Delta y_i}{n-1}$$

Korrelyatsion lahza  $x$  va  $y$  lar orasida bog'lanishni ifodalaydi. Agar  $K_{xy} > 0$  bo'lsa, to'g'ri bog'lanishga ega. Agar  $K_{xy} < 0$  bo'lsa, o'zgaruvchilar teskari bog'lanishga ega bo'ladi.

5. Korrelatsiya koeffitsiyenti quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$R_{xy} = \frac{K_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}.$$

Isbotlanganki, korrelatsiya koeffitsiyenti minus bir va plus bir orasida joylashgan ( $-1 \leq R_{xy} \leq 1$ ). Korrelatsiya koeffitsiyentining kvadrati ( $R_{xy}^2$ ) determinatsiya koeffitsiyenti deyiladi.

Agar  $R_{xy} \geq |0.8|$ , bo'lsa, hisoblashlarni davom etish kerak.

6. Regression tenglamalarning parametrlarini hisoblaymiz. Koeffitsiyent  $b$  quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$b = \frac{K_{xy}}{D_x};$$

Shundan keyin esa  $a$  parametрни oson hisoblash mumkin:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Parametrlar hisoblangandan keyin matematik model  $y=a+bx$  ko'rinishni qabul qiladi. X larga qiymat berib ( $x_i$ )  $y_i$  larni hisoblaymiz:

$$y_{ip} = a + bx_i$$

Bu holda funksiya bilan aniqlangan matematik model orasidagi qoldiqlar quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$u_i = y_i - y_{ip},$$

bunda:

$y_i$  -  $u$  -ning berilgan qiymatlari;

$y_{ip}$  - tuzilgan model orqali hisoblangan funksiya qiymatlari.

$U_i$  qiymatlarni yana statistik baholashlarda foydalanish mumkin.

*Misol.* Daromad (X) va talab (Y) haqidagi statistik ma'lumotlar berilgan. O'zgaruvchilar orasidagi korrelyatsion bog'lanish aniqlansin hamda regressiya tenglamasining parametrlari aniqlansin, agar kuzatishlar natijalari quyidagi jadvalda berilgan bo'lsin (A jadval)

A-jadval.

| Y illar<br>n | D a r o m a d<br>X | T a l a b<br>Y |
|--------------|--------------------|----------------|
| 1            | 1 0                | 6              |
| 2            | 1 2                | 8              |
| 3            | 1 4                | 8              |
| 4            | 1 6                | 1 0 , 3        |
| 5            | 1 8                | 1 0 , 5        |
| 6            | 2 0                | 1 3            |

Faraz qilaylik, A jadvalda keltirilgan miqdorlar orasidagi bog'lanish chiziqli ko'rinishda bo'lsin.

$$y=a+bx$$

Bu holda, hisoblashlarni EXCEL-da bajarib, quyidagi statistik funksiyalardan foydalanamiz:

SRZNACH – o'rta qiymatlarni hisoblash uchun;

DISP – dispersiyani hisoblash uchun;

STANDOTKLON – o'rta kvadratik chetlanishni hisoblash uchun;

KORELL – korrelatsiya koeffitsiyentini hisoblash uchun.

Korrelyatsion lahzani hisoblash mumkin, agar X va Y qatorlar uchun chetlanishlarni hisoblab, keyin esa funksiya SUMMPROIZV-dan foydalanib, yig'indi va ko'paytmalarni n-1 ga bo'lish kerak.

Hisoblash natijalarini jadval B-ga kiritamiz.

B-jadval.

### Regressiya tenglamasining parametrlari

| Ko'rsatkichlar              | X        | Y        |
|-----------------------------|----------|----------|
| O'rta qiymatlar             | 15       | 9,3      |
| Dispersiya                  | 14       | 6,08     |
| O'rta kvadratik chetlanish  | 3,7417   | 2,4658   |
| Korrelyatsion laxza         | 8,96     |          |
| Korrelatsiya koeffitsiyenti | 0,9712   |          |
| Parametrlar                 | $b=0,64$ | $a=-0,3$ |

Natijada izlanayotgan tenglama quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

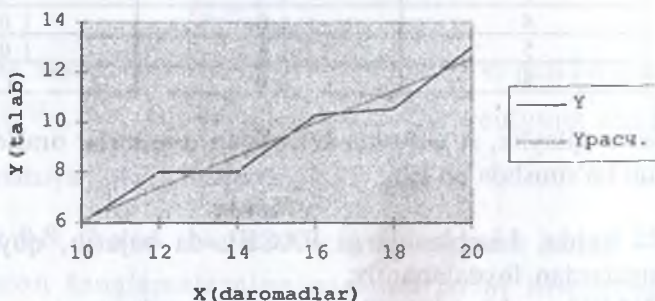
$$y_M = -0.3 + 0.64x$$

Bu tenglamadan foydalanib uning hisoblanadigan qiymatlarini aniqlab, grafigini chizish mumkin. (S rasm).

Grafikda siniq chiziq U-ning fakt qiymatlari bilan, to'g'ri chiziq esa regressiya tenglamasi bilan chizilgan bo'lib talabning daromadga bog'liqligini ifodalaydi.

Lekin savol tug'iladiki «a» va «b» parametrlar qancha salmoqqa ega? Xatolikning kattaligi qanday qiymatga ega?

$$Y=a+b \cdot x$$



A rasm . O'zgaruvchi U ning faktiv miqdori va model bilan hisoblangan qiymatlar.

### A.Chiziqli bir faktorli tenglamaning xatosining kattaligini baholash

1. Funksiyaning (U) fakt va model bilan hisoblangan qiymatlarini  $U_i$  orqali ifodalaymiz.



$$u_i = y_i - y_{ip},$$

bunda

$y_i$  -  $u$  - ning fakt qiymatlari;

$y_{ip}$  -  $u$  ning model bilan hisoblangan qiymatlari;

$u_i$  - ular orasidagi farq.

2. Yig'indilar xatoligi sifatida quyidagi miqdor tanlangan:

Bizning misol uchun  $S = 0.432$

Qoldiqlarning o'rtacha qiymati  $\bar{u}$  nolga teng. Shuning uchun xatoliklarning yig'indisi qoldiq dispersiyaga teng:

3. Qoldiq dispersiya quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$D_u = \frac{\sum (u_i - \bar{u})^2}{n - 2} = \frac{\sum u_i^2}{n - 2} = S,$$

Bizning misol uchun  $D_u = 0.432$ . Ko'rsatish mumkinki

$$D_u = (1 - R_{xy}^2) \cdot D_y$$

Agar

$$R_{xy}^2 = 1, \text{ to } D_u = 0$$

$$R_{xy}^2 = 0, \text{ to } D_u = D_y$$

Shunday qilib,  $0 \leq D_u \leq D_y$

Osonlikda ko'rish mumkin, agar

$$R_{xy} = 0.9, \text{ to}$$

$$D_u = (1 - 0.81) \cdot D_y = 0.19 \cdot D_y$$

Bunday nisbatlardan xulosa qilish mumkinki, iqtisodiy qo'shimchalarda yo'l qo'yadigan xatoliklar yig'indisi 20 % dan katta bo'lmasligi kerak, ya'ni  $D_y$  ga nisbatan.

4. Tenglamaning standart xatosi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_u = \sqrt{D_u},$$

bunda

$D_u$  - qoldiq dispersiya. Bizning holda standart xato  $\sigma_u = 0.6572$ .

5. Regressiya tenglamasining nisbiy xatosi quyidagicha hisoblanadi:

$$\vartheta = \frac{\sigma_u}{\bar{y}} \cdot 100\%,$$

bunda  $\sigma_u$  - standart xatolik

$\bar{y}$  - funktsiyaning o'rtacha qiymati.

Bizning holda  $\vartheta = 7.07\%$ .

Agar  $\vartheta$  kichik songa teng bo'lsa, avtokorrelatsiya bo'lmaydi, regressiya tenglamasining prognoz sifati bahosi yuqori.

6. Koeffitsiyent  $b$  ning standart xatosi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$S_b = \frac{\sigma_u}{\sqrt{nD_x}}$$

Bizning holatda  $S_b = 0.07171$ .

Koeffitsiyent  $a$  ning standart xatosi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$S_a = \sigma_u \sqrt{\frac{D_x + \bar{x}^2}{n \cdot D_x}}$$

Bizning misolda  $S_a = 1.108$ .

Koeffitsiyentlarning standart xatoliklarini regressiya tenglamasini parametrlarini baholashda foydalaniladi.

Koeffitsiyentlar salmoqli hisoblanadi, agar

$$\frac{S_a}{|a|} < 0.5; \quad \frac{S_b}{|b|} < 0.5$$

$$\text{Bizning misolimizda } \frac{S_a}{|a|} = \frac{1.108}{|0.3|} = 3.69 \quad \frac{S_b}{|b|} = \frac{0.07171}{0.64} = 0.112$$

Koeffitsiyent  $a$  salmoqli emas, chunki ko'rsatilgan nisbat 0,5 dan katta, nisbiy xatolik regressiya tenglamasi uchun juda ham katta - 26.7%.

Styudenning  $t$  – kriteriysi yordamida statistik koeffitsiyentlarning salmog‘ini baholash uchun koeffitsiyentlarning standart xatolari ishlatiladi. D jadvalda uning ba‘zi qiymatlari keltirilgan.

Quyidagi formulalar yordamida parametrlarni maksimal va minimal qiymatlari ( $b^-$ ,  $b^+$ ) hisoblanadi:

$$b^- = b - t_{\alpha} \cdot S_b$$

$$b^+ = b + t_{\alpha} \cdot S_b$$

D-jadval.

### Styudentning $t$ – kriteriysining ba‘zi qiymatlari

| Ozodlik darajasi<br>(n-2) | Ishonch darajasi (s) |       |
|---------------------------|----------------------|-------|
|                           | 0,90                 | 0,95  |
| 1                         | 6,31                 | 12,71 |
| 2                         | 2,92                 | 4,30  |
| 3                         | 2,35                 | 3,18  |
| 4                         | 2,13                 | 2,78  |
| 5                         | 2,02                 | 2,57  |

Bizning misol uchun bu qiymatlarni hisoblaymiz

$$b^- = 0.64 - 2.78 \cdot 0.07171 = 0.44$$

$$b^+ = 0.64 + 2.78 \cdot 0.07171 = 0.839$$

Agar ( $b^-$ ,  $b^+$ ) interval kichik bo‘lib, «o» qiymat shu intervalda bo‘lmasa, «b» koeffitsiyent statistik salmoqli S-protsentli ishonch darajasida bo‘ladi.

Xuddi shu usulda «a» parametрни maksimal va minimal qiymatlari aniqlanadi. Bizning misol uchun

$$a^- = -0.3 - 2.78 \cdot 1.108 = -3.38$$

$$a^+ = -0.3 + 2.78 \cdot 1.108 = 2.78$$

Koeffitsiyent  $a$  statistik salmoqli emas, chunki ( $a^-$ ,  $a^+$ ) interval katta hamda «0» sonni qamragan.

Xulosa: Hosil qilingan natijalar salmoqli emas, shuning uchun ularni prognozlashda qo‘llash mumkin emas. Hosil qilingan holatni quyidagi usullarda tuzatish mumkin:



- a) n sonini oshirish;
- b) faktorlar sonini oshirish;
- v) tenglamaning ko'rinishini o'zgartirish.

## B. Qoldiqlarning avtokorrelatsiya problemi.

### Darbin-Uotson kriteriysi

Regressiya tenglmasini aniqlashda dinamik qatorlardan foydalaniladi, ya'ni bir necha yil orasida iqtisodiy ko'rsatkichlarning ketma-ketligi (kvartallar, oylar).

Bunday holatda ko'rsatkichning avvalgi qiymati uning keyingi qiymatiga bog'liq bo'ladi, bu esa avtokorrelatsiya deyiladi. Ba'zi hollarda bunday bog'lanish kuchli bo'lib, regressiya koeffitsiyentining aniqligiga ta'sir etadi.

Faraz qilaylik, regressiya tenglamasi tuzilgan va quyidagi ko'rinishga ega bo'lsin:

$$y_t = a + bx_t + u_t \quad t = 1, 2, \dots, n$$

bunda  $u_t$  - t yilda regressiyaning xatosi

Avtokorrelatsiyaning mavjudligi yoki yo'qligini aniqlash uchun Darbin-Uotson mezonidan foydalaniladi:

$$DW = \frac{\sum_{t=1}^n (u_t - u_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n u_t^2}$$

DW kriteriysining qiymati 0 dan 4 gacha bo'lgan intervalda bo'lishi kerak. Agar qoldiqlarning avtokorrelatsiyasi mavjud bo'lmasa,  $DW \approx 2$  bo'ladi.

Paskal tilida programmalar 7- chi va 8- chi tajriba ishlarida keltirilgan va institut saytida joylashtirilgan.

Paskal algoritmik tilida dastur X bobda keltirilgan.

### Tayanch iboralar

Yalpi mahsulot, chiziqsiz model, jarayon, prognoz, bashorat masalasi, o'zgaruvchilar, chiziqsiz model, parametrlar.

### Xulosa

Ishlab chiqarish korxonalarining faoliyatlarini yoki tabiatdagi jarayonlarni ifodalashda ko'p o'zgaruvchilarga bog'liq bo'lgan chiziqsiz matematik modellardan foydalanish mumkin. Ular ishlab chiqarish

funksiyalari ko'rinishida ifodalanadilar. Ulardan amaliyotda keng qo'llaniladigani Kobbi-Dauglas modeli hisoblanib, unda K va L- kapital va ishchi kuchi resurslaridan foydalanib yalpi mahsulot ishlab chiqarish funksiyasini ifodalaydi. Korxonalarining faoliyatini izohlashda mutaxassislar shu ishlab chiqarish funksiyalaridan foydalanishlari mumkin, chiziqsiz bo'lsalar, logarifmlab chiziqli ko'rinishga keltirish mumkin. Bunday modellarni yechishda yangi informatsion texnologiyalardan to'liq foydalanish zarur. Maqsad analitik modellar tuzish va amaliyotda Excelni, Turbo Paskalni qo'llashni ta'kidlash.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Chiziqsiz modelga misol keltira olasizmi?
2. Chiziqsiz model qanday ko'rinishda bo'ladi?
3. Chiziqsiz modellarning parametrlari qanday aniqlanadi?
4. Yalpi mahsulot ishlab chiqarish modelini ifodalay olasizmi?
5. Eng kichik kvadratlar usuli chiziqsiz modellarda qo'llaniladimi?
6. Eng kichik kvadratlar usulining shartini yozing.
7. Noma'lum parametrlarning sonini aniqlang.
8. Noma'lum parametrlarni aniqlashda tenglamalar sistemasida nechta tenglama qatnashadi?
9. Yalpi mahsulot qanday hisoblanadi?

## **§ 17. EKONOMETRIK MODELLARNING IJTIMOIIY-IQTISODIY JARAYONLARNI PROGNOZLASHDA O'LLANISHI**

**17.1 Asosiy tushunchalar. Ishlab chiqarish funksiyalarining prognozlashtirishda qo'llanishi.**

**17.2 Ekonometrik tenglamalar tizimi va ularning turlari.**

**17.1. Asosiy tushunchalar. Ishlab chiqarish funksiyalarining prognozlashtirishda qo'llanishi.**

Ekonometrik model deganda, prognozladhtiriladigan obyektning barcha mavjud faktorlarini o'zaro bog'lanishini ifodalovchi regressiya tenglamalar tizimlari tushuniladi.

Ilmiy tadqiqotlarda keng tarqalgan ekonometrik tenglamalar - bu ishlab chiqarish funksiyalaridir. Ishlab chiqarish funksiyalarini qurishdan maqsad - ishlab chiqarish jarayoning natijalariga faktorlarning ta'siri darajasi va xarakteristikalarini aniqlash, ularni miqdoriy baholashdir.

Ishlab chiqarish funksiyalari turli ko'rinishga ega bo'lib, analitik ko'rinishi bo'yicha ikki guruhga bo'linadi: to'g'ri chiziqli va egri chiziqli.

Noma'lum o'zgaruvchilar soni bo'yicha ishlab chiqarish funksiyalari quyidagilarga bo'linadi:

-bir faktorli: ishlab chiqarish mahsuloti yoki asosiy fondlar, yoki mehnat xarajatlari bilan bog'liqligini bildiradi;

-ko'p faktorli: ishlab chiqarilgan mahsulot bir necha faktorlar bilan bog'langan bo'ladi.

Ishlab chiqarish funksiyalari bo'yicha prognozlantirish uchun ketma-ket bir nechta bosqichlardan o'tish lozim:

1. Berilgan ma'lumotlar asosida korrelyatsion tahlil o'tkaziladi.

a) xususiy korrelatsiya koeffitsiyentar matritsasi hisoblanadi;

b) juft korrelatsiya koeffitsiyentar matritsasi hisoblanadi.

2. korrelyatsion tahlil natijasida tanlangan faktorlar asosida regressiya tenglamasi ko'riladi.

3. Ko'rilgan tenglama quyidagi mezonlar bo'yicha baholanadi:

a). Fisher mezoni.

b). Styudent mezoni.



- v) Darbin - Uotson mezoni.
- g) Ko'plik korrelatsiya koeffitsiyenti.
- d) Determinatsiya koeffitsiyenti.
- e) Approksimatsiya xatoligi.

4. Ko'rilgan tenglama mezonlarga mos kelsa, keyin asosiy ko'rsatkich tenglama asosida prognoz davriga hisoblanadi.

5. Ishlab chiqarish funksiyasini asosiy tavsiflari quyidagilar hisoblanadi:

- a) o'rtacha unumdorlik faktorlar bo'yicha;
- b) chegaraviy unumdorlik faktorlar bo'yicha;
- v) elastik koeffitsiyentlari resurslari bo'yicha;
- g) resurslarga talab bo'yicha;
- d) resurslarni almashtirish chegaralari.

2. Ekonometrik tenglamalar tizimi va ularning qo'llanishi.

Faktorlar aro bog'lanishi faqatgina bitta ishlab chiqarish funksiyasi orqali qarab chiqilmasdan, ularni ekonometrik tenglamalar tizimi yordamida tahlil etish mumkin.

Ekonometrik tenglamalar tizimi uch xilga bo'linadi:

a) tizimga bir-biri bilan bog'lanmagan tenglamalar kiradi. Har biri alohida yechilib, umumiy iqtisodiy-matematik modelini bir qismi bo'lib qoladi;

b) tizimga bir-biri bilan bog'langan statistik xususiyatga ega bo'lgan tenglamalar kiradi. Masalan, ishlab chiqarilgan mahsulotga bir nechta faktorlar, ya'ni ishchilar soni va asosiy fondlar o'z ta'sir kuchini ko'rsatadi. O'z navbatida, ishchilar soni aholi soni bilan va asosiy fondlar miqdori kapital qo'yilmalar bilan bog'langandir. Buning natijasida ekonometrik tenglamalar tizimi quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin:

$$Y = f(OPF, PPP)$$

$$PPP = f(L)$$

$$OPF = f(KK),$$

bu yerda Y - asosiy ko'rsatkich; PPP - ishchilar soni; OPF - asosiy fondlar hajmi; L - aholi soni; KK - kapital quyilmalar.

v) tizimga dinamik xususiyatga ega bo'lgan tenglamalar kiradi. Bu tizimga kiradigan tenglamalar faqatgina har biri vaqt davrida bog'lanishi borligini aniqlamasdan, ilgari bo'lgan faktorlararo bog'lanishi borligini ham tahlil qilish mumkin (t-1).

Masalan, bir jarayonni tahlil etish uchun va uni asosiy ko'rsatkichlarini prognoz davriga hisoblash uchun berilgan ma'lumotlar asosida, ya'ni yalpi mahsulot (VAL), ishchilar soni (RRR), asosiy fondlar (OPF), ish haqi fondi (ZAR), kapital quyilmalar (KV), har yili ishga kirgizadigan

asosiy fondlar (OWF) kabi ko'rsatkichlarni tenglamalar tizimi orqali yozib chiqamiz:

$$VAL = f(OPF, PPP) \quad (1)$$

$$PPP = f(VAL, ZAR) \quad (2)$$

$$ZAR = f(VAL, KV) \quad (3)$$

$$OWF = f(KV, OPF) \quad (4)$$

$$OPF = f(OPF(-1), KV) \quad (5)$$

$$KV = f(FN) \quad (6)$$

$$FN = f(ND) \quad (7)$$

Yuqorida keltirilgan tenglamalar tizimi bir biri bilan bog'lanib, ketma-ket hisoblanadi, ya'ni (7) tenglama yechilib, uni natijalari faktor sifatida (6) tenglamaga kapital quyilmalarni hisoblash uchun ishlatiladi. O'z vaqtida (6) tenglamaning natijalari (5) tenglamani yechish uchun ishlatiladi. Bu ekonometrik tenglamalar tizimida prognoz vaqtiga bir ko'rsatkich aniqlanib, uni natijasi orqali qolgan asosiy ko'rsatkichlarni aniqlash mumkin. Model iqtisodiyotga mos bo'lgan yo'lanishlarni, bog'lanishlarni aks ettirishi kerak.

## 17.2. Ekonometrik tenglamalar tizimi va ularning turlari.

Iqtisodiy o'sishning natijaviy ko'rsatkichi — bu milliy daromadning dinamikasidir. Ishlab chiqarish jarayoniga va iqtisodiy o'sishga o'z ta'sirini ko'rsatadigan asosiy faktorlarga ishchilar soni, ishlab chiqarish fondlari, tabiat resurslari kiradi. Sozlangan milliy daromad yoki pirovard mahsulot-iste'mol fondi va jamg'arish fondidan iborat. Ular o'z navbatida ishlab chiqarish jarayonida foydalaniladigan resurslar uchun ishlatiladi. Iqtisodiy o'sishning logik modeli makroiqtisodiy jarayonda quyidagicha ifodalanadi:

$$Y=f(X_1, X_2, X_3), \text{ bu yerda:}$$

Y -milliy daromad yoki pirovard mahsulot;

$X_1, X_2, X_3$  - ishchilar resurslari, ishlab chiqarish fondlari, tabiiy xomashyolar.

Makroiqtisodiy funksiyalar yordamida ishlab chiqarish samaradorligini, xomashyo samaradorligini va ularni almashishini, ilmiy taraqqiyotni iqtisodiy o'sishiga ta'sirini tahlil etish mumkin.

Analitik misollardan tashqari iqtisodiy o'sishni prognoz ko'rsatkichlarni makrotenglamalar yordamida hisoblash mumkin.

Zamonaviy makrodaraja tahlilda Kobba-Duglas tenglamasining ahamiyati katta, chunki uning asosida ishlab chiqarish jarayonida o'z ta'sirini ko'rsatadigan faktorlarni tahlil etish mumkin.

Bu tenglamaning kamchiligi shundaki, faktorlar orasida ilmiy-texnika taraqqiyotining ko'rsatkichlari, texnika hamda texnologiya ko'rsatkichlari ko'rsatilmagan.

### **Tayanch iboralar**

Ekonometrika, ishlab chiqarish funksiyalari, ekonometrik tenglamalar, Kobba-Duglas funksiyasi, makroiqtisodiy tenglamalar.

### **Xulosa**

Ilmiy tadqiqotlarda keng tarqalgan ekonometrik tenglamalar — bu ishlab chiqarish funksiyalari bo'lib, ular barcha mavjud bo'lgan faktorlarni o'zaro bog'lanishlarini ifodalovchi regressiya tenglamalar tizimlarini ifodalaydi. Ekonometrik modellarni baholashda korrelyatsion regression usullardan foydalanish kerak. Tenglamalar ketma-ket yechiladi, chunki ular bir-biriga bog'liq.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Ishlab chiqarish funksiyalari deb nimaga aytiladi?
2. Kobba-Dauglas funksiyasining parametrlarini tushuntiring?
3. Ekonometrik tenglamalar tizimi va ularning turlarini izohlang.
4. Makroiqtisodiy funksiyalarning ahamiyati nimada?
5. Makroiqtisodiy tenglamalarning turlarini keltiring.
6. Ekonometrik tenglamalar tizimlari prognozlashda foydalaniladimi?



## **§ 18. MIKROIQTISODIY TASODIFIY HODISALARNI MODELLASHTIRISH**

**18.1. Tasodifiy hodisalar modellarining umumiy ko‘rinishi.**

**18.2. Tasodifiy hodisalarning chiziqsiz modeli.**

**18.3. Chiziqsiz modelni baholash.**

**18.4. Prognoz masalasi.**

**18.1. Tasodifiy hodisalar modellarining umumiy ko‘rinishi.**

Kun va Takker o‘z ilmiy ishlari orqali nochiziqli masalalarni yechish uchun maqbul variantlarning yetarli va qoniqarli shartlarini yaratdilar. Bu ish nochiziqli programmalashtirish masalalarini yechishda turtki bo‘lib, undan so‘ng kvadratik programmalashtirish masalalari yechiladi.

Ko‘pgina nochiziqli programmalashtirish masalalarida iqtisodiy jarayon vaqtga va boshqa bir qancha omillarga bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bunday masalalar ko‘p pog‘onali masalalar deyiladi, unda jarayonning bosqichlar bo‘yicha o‘zgarishi e‘tiborga olinishi kerak.

Bunday masalalarni yechish usullari dinamik programmalashning asosini tashkil etadi. Shunday qilib, dinamik programmalashtirish, ko‘p bosqichli masalalarning maqbul yechimini qidirishda matematik nazariya sifatida qaraladi. Ko‘p bosqichli masalalarni modellashtirish va ularni yechish usullarini yaratishda o‘zbek olimlari ham o‘z hissalarini qo‘shganlar.

Ma‘lumki, iste‘molchilarning talablari bozor iqtisodiyoti davrida va umuman har doim o‘zgarib turadi. Bu talablarni qondirish uchun xo‘jalikda ishlab chiqariladigan xomashyolar yetarli miqdorda ta‘minlanishi kerak. Lekin bu mahsulotlarni har doim bir xil, kerakli hajmda yetkazib bo‘lmaydi, chunki bularga tasodifiy hodisalar tasir etadi. Insoniyat esa bu hodisalarni ta‘sirini kamaytirish uchun har doim kurashib kelmokda. Shunday tasodifiy hodisalarni modellashtirishni nazarga olgan holda, ularni ko‘p bosqichli masalalarga ajratish mumkin. Ajratishda, albatta, tasodifiy hodisani fizikaviy xossalari o‘zgarmay qolishi kerak. Ko‘p bosqichli tasodifiy masalalarga texnik o‘simlik paxtaning hosildorligi, bug‘doyning hosildorligi, qora mollarni yillar bo‘yicha sut berishi va hokazolar misol bo‘lishi mumkin. Umuman, biron tasodifiy hodisani matematik modelini quyidagi holatlarning yig‘indisi ko‘rinishida ifodalash mumkin:

$$Z = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \quad (1)$$

Model  $u_1$ - chiziqli,  $u_2$ - davriy,  $u_3$ - mavsumli,  $u_4$ - tasodifiy holatlarni ifodalaydi.

### 18.2. Tasodifiy hodisalarning chiziqsiz modeli.

Bunday yuqorida ifodalangan (1) funksional bog'lanishda:

$$Y_1 = a + b \cdot X \quad (2)$$

Bunday ifoda, ko'rinish jarayon modelning chiziqli qismini ifodalaydi. Asosiy (1) qismdan (2) qismni ayirgandan so'ng qolgan qiymatlari, ya'ni

$$Y_2 = Z - Y_1 \quad (2')$$

ko'rinishda qabul qilinadi.

Bu ifoda jarayonning davriy qismini ifodalaydi

Agar asosiy ko'rsatkichdan yana davriy qismni ayirsak funksiyadan qoldig'i, ya'ni:

$$Y_3 = Z - (Y_1 + Y_2) \quad (3)$$

Ko'rinishni qabul qiladi.

Bu (3)- ko'rinishdagi, funksional ko'rinish ( $u_3$ ) funksional hodisaning mavsumlik mos holatini ifodalaydi. Jarayonning yuqoridagi holatlarini asosiy qiymatlardan ayirgandan keyin quyidagi funksiyani hosil qilamiz:

$$Y_4 = Z - (Y_1 + Y_2 + Y_3) \quad (4)$$

Bu (4) ifoda jarayonning tasodifiy holatini ifodalaydi. Shunday qilib yuqorida ifodalangan asosiy jarayonning (1) chiziqsiz matematik modelning umumiy ko'rinishi uchun quyidagi chiziqsiz matematik model tuziladi:

$$Z(x) = a + bx + \sum_{m=1}^s [A_m \sin \frac{2\pi}{n} mx + B_m \cos \frac{2\pi}{n} mx] + \sum_{p=1}^s D_p \sin \frac{2\pi}{N - M_p} (x - K_p) + \varepsilon_p(x)$$

Bunda  $M_p = 0, (N - 3), K_p = 0, N/2, N - const$

Bunday chiziqsiz ko'rinishdagi jarayonlarning matematik modellari Buxoro oziq-ovqat va yengil sanoat texnologiyasi institutida birinchi marta (1987y.) tuzilib, hodisaning haqiqiy qiymatlari bilan model bo'yicha qiymatlar taqqoslandi. Jarayonlarning bir necha o'n yillik informatsion qiymatlari asosida Yangi informatsion texnologiyalarning modelini tuzib nazariy qiymatlarga yaqin bo'lgan natijalar olinadi. Matematik modelni baholashda qoniqarli qiymatlar hosil qilindi.

Tuzilgan chiziqsiz iqtisodiy-matematik modelning mos sxemasi va programmasi tuzilib natijalar olindi. Boshlang'ich qiymatlar sifatida 30 yilga yetishtirilgan paxta hosildorligi Buxoro viloyati bo'yicha qabul qilindi.

### 18.3. Chiziqsiz modelni baholash.

Masala bosqichma-bosqich yechib natijalari bosmaga chiqariladi. Birinchi bosqichda modelning chiziqli qismi hisoblanadi va ikki yilga prognoz masalasi yechiladi.

1. Model bu bosqichda quyidagi ko'rinishni qabul qildi ( $y_1 = a_0 + b \cdot x$ )  
 $y_1 = 16,11 + 0,649x$

$R = 0,867$  – ga teng bo'lgan korrelatsiya koeffitsiyenti aniqlandi.

2.. Ikkinchi bosqichda chiziqsiz modelning davriy qismi ajratildi, modelni baholashda  $R = 0,942$ - korrelatsiya koeffitsiyenti aniqlanadi.

Fisher koeffitsiyenti 7- ozodlik darajasida  $K = 6,206$ -ga teng bo'lgan son qiymati hisoblanadi, bu jadval qiymatdan kichik.

3. Uchinchi bosqichda modelning davrli qismi hisoblanadi, bunda baholash qiymati:

$R = 0,87$ -dan korrelatsiya koeffitsiyenti.  $R = 0,948$  gacha o'sdi. Shunday qilib, oraliq funksiyalarning asosiy funksiyaga ta'siri aniqlandi.

### 18.4. Prognoz masalasi.

Prognoz masalasi, ikki yil uchun hisoblangan bo'lsa, haqiqiy informatsiya bilan model bilan ayirmasi quyidagi qiymatlarga teng bo'ldi:

$$\Delta U_1 = 33,4 - 32,6 = 0,8$$

$$\Delta U_2 = 29,6 - 32,1 = -2,25$$

Shunday qilib, model jarayonni adekvat ifodalanganligi, baholangan koeffitsiyentlardan yaqqol ma'lum bo'ldi.

Agar paxtaning har bir sentneridan olinadigan daromadi ming so'mga teng bo'lsa, unda viloyatda har bir gektardan olinadigan daromadni aniqlash mumkin.

Masalan:

Quyidagi qiymatlarga ko'ra matematik model tuzilsin.

| T<br>yillar              | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Y<br>vil.hosildo<br>rlik | 28,9 | 32,1 | 30,4 | 33,1 | 34,0 | 32,0 | 34,9 | 32,2 | 33,4 | 28,6 |



Regressiya tenglamasi tuzilsin, korrelatsiya koeffitsiyenti aniqlansin, determinatsiya koeffitsiyenti hisoblansin, korrelatsiya koeffitsiyentining xatosi hisoblansin.

$$S_2 = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}$$

r- korrelatsiya koeffitsiyenti

n- tanlamaning hajmi,

$S_2$ - korrelatsiya koeffitsiyentining xatosi.

### Tayanch iboralar

Chiziqsiz modellar, tasodifiy hodisalar, jarayonning bosqichli usuli, modelning chiziqli, davriy qismlari, hosildorlik, viloyat, sentner, pul, gektar.

### Xulosa

Iste'molchilar talablari hamma davrlarda o'zgarib turadi, ularni qondirishda xomashyolar hajmlari yetmaydi, chunki bularga tasodifiy hodisalar ta'sir etadi. Tasodifiy hodisalarni ko'p bosqichli chiziqsiz modellarini prognozlash masalalarini yechishda Buxoro oziq-ovqat va yengil sanoat texnologiyasi instituti olimi o'z doktorlik dissertatsiya ishida tuzish usulini to'liq ifodalagan. Chiziqsiz model to'rt qismdan iborat bo'lib, ketma-ket chiziqli, davriy, mavsumli va tasodifiy holatlari hisoblaniladi. Jarayonlarning takrorlash davrlari aniqlanadi. Bu izlanish natijalari amaliyotda qo'llanilishi zarur bo'lgan ilmiy ish hisoblanadi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Tasodifiy hodisa makroiqtisodiy jarayonni ifodalaydimi?
2. Izlanayotgan jarayonning iqtisodiy modeli necha bosqichda aniqlanadi?
3. Paxta hosildorligi tasodifiy jarayon bo'la oladimi?
4. Nechanchi bosqichda modelning chiziqli qismi aniqlanadi?
5. Qaysi koeffitsiyentlarning qiymatlariga ko'ra korrelyatsion bog'lanish muhim?
6. Korrelatsiya koeffitsiyenti qanday son qiymatlar orasida joylashadi?
7. Fisher koeffitsienti jadvaldan to'g'ri aniqlanganmi?
8. Makroiqtisodiy dinamik qatorda adekvatlik o'rinlimi?
9. Tasodifiy hodisalarga misollar keltira olasizmi?
10. Avtokorrelatsiya modellashtirishning nechanchi bosqichida qo'llanilgan?

## **§ 19. KO'P BOSQICHLI TAKLIF VA TALAB MASALASI**

**19.1. Ko'p bosqichli masalalar.**

**19.2. Masalaning qo'yilishi.**

**19.3. Masalaning iqtisodiy-matematik modeli.**

**19.4. Masalaning yechimi.**

**19.1. Ko'p bosqichli masalalar.**

Ishlab chiqarish korxonalarini (firmalarni) joylashtirishda foydaliroq bo'lgan punktlarni nazarga olgan holda, yana korxonalarni iste'molchilarga yaqinroq joylarga (punktlarga) joylashtiriladi, lekin bu masalani yechganda mehnat qiladigan odamlar, ya'ni ishchi kuchi arzon bo'lgan punktlarga va xomashyo zaxiralariga yaqinroq bo'lishga katta ahamiyat beriladi.

Xususan, amaliyotda ko'p bosqichli masalalar juda ko'p uchraydi.

Ko'p bosqichli masalalarga misol qilib yengil sanoatda maxsuslashgan jundan to'rt xil trikotaj momoqi (faqat jundan, yarim jundan, sun'iy tola aralash, xorilli) trikotaj kombinatlarini iste'molchilar talablarini nazarga olgan holda joylashtiriladi.

Ko'p bosqichli masalaga yana misol qilib, yengil sanoatidagi mahsulot (kostyum, palto, ko'ylak, sorochka, shimlar va h.k) ishlab chiqaradigan korxonalarni keltirish mumkin, ular o'z mahsulotlarini vositachilar (savdo bazalari) orqali iste'molchilarga yetkazib beradilar.

O'zbekiston Respublikasida yetakchi yo'nalishlardan biri bo'lgan paxtaga qayta ishlov berish sanoatida, qishloq xo'jalik jamoalarida yetishtiriladigan paxtani, paxta tozalash zavod va punktlariga yetkazib berish, tozalangan paxtani ip yigiruv fabrika va kombinatlarga yetkazishda eng kam xarajatni aniqlash masalasi, ko'p bosqichli masalalardan biri hisoblanadi.

Oziq-ovqat sanoatida ham bunday ko'p bosqichli masalalar o'rinli. Misol uchun shakar va qand tayyorlash zavodlarining mahsulotlarini iste'molchilarga yetkazib berish ko'p bosqichli taqsimot masalasini ko'ramiz.

**19.2. Masalaning qo'yilishi.**

Uchta qand lavlagisini ekuvchi jamoa xo'jaliklari ( $k_1, k_2, k_3$ ) qand lavlagilarini ikkita ( $z_1, z_2$ ) qand zavodlariga yetkazib beradilar. Bu ( $z_1, z_2$ ) zavodlar uch ( $P_1, P_2, P_3$ ) qand lavlagi qabul qiladigan punktlardan uzoq bo'lmagan masofalarda

joylashtirilgan. Bu punktlar qand lavlagini qabul qilib, tez orada zavodlarga jo'natishlari kerak. Boshlang'ich qiymatlar, ya'ni xo'jaliklarni yetkazib beradigan qand lavlagi hajmi, zavodlarning ishlab chiqarish quvvatlari; jamoa xo'jaliklari bilan qabul qilish punktlari orasidagi masofalar va zavodlar bilan bo'lgan qabul punktlar orasidagi masofalar berilgan hisoblanadi.

**Maqsad:** Maqsad shunday reja tuzish kerakki, qand lavlagini jamoalardan qabul punktlarigacha va qabul punktlaridan qand zavodlarga qilingan xarajatlar eng kichik songa teng bo'lsin.

Masalaning boshlang'ich qiymati quyidagi A, V jadvallarda berilgan (birliklar shartli).

A-jadval.

B-jadval.

| Jamoalarning<br>yetkazadigan<br>mahsulot<br>hajmi, m.t |   | Qabul punktlari, m.t. |    |    |
|--------------------------------------------------------|---|-----------------------|----|----|
|                                                        |   | P1                    | P2 | P3 |
|                                                        |   | 5                     | 5  | 5  |
| K1                                                     | 4 | 6                     | 5  | 8  |
| K2                                                     | 7 | 4                     | 7  | 6  |
| K3                                                     | 3 | 8                     | 6  | 7  |

| Qabul punkt-<br>lari va ular-<br>ning qabul<br>quvvati, m.t. |   | Qand<br>zavodlar va<br>ularning<br>quvvati, m.t |    |
|--------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------|----|
|                                                              |   | P1                                              | P2 |
| P1                                                           | 5 | 7                                               | 6  |
| P2                                                           | 5 | 5                                               | 8  |
| P3                                                           | 5 | 9                                               | 10 |

Masalani yechish uchun A va B jadvallar qiymatlaridan S matritsa tuzamiz, unda qabul punktlarni oraliq qiymatlar deb qabul qilamiz.

C-jadval.

| Jamoular yetkazgan<br>xomashyo va qabul<br>punkt-larning<br>imkoniyatlari, m.t. |   | Qabul punktlarning imkoniyatlari,<br>zavodlarning quvvatlari, m.t. |                |                |                |                 | U yo'l<br>potens. |
|---------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
|                                                                                 |   | P1                                                                 | P2             | P3             | Z1             | Z2              |                   |
|                                                                                 |   | 5                                                                  | 5              | 5              | 7              | 7               |                   |
| K1                                                                              | 4 | 6                                                                  | 4 <sup>5</sup> | 8              | M              | M               | 0                 |
| K2                                                                              | 7 | 5 <sup>4</sup>                                                     | 7              | 2 <sup>6</sup> | M              | M               | 0                 |
| K3                                                                              | 3 |                                                                    | 1 <sup>6</sup> | 2 <sup>7</sup> | M              | M               | 1                 |
| P1                                                                              | 5 | 0                                                                  | M              | M              |                | 5 <sup>8</sup>  | -10               |
| P2                                                                              | 5 | M                                                                  | 0              | M              | 5 <sup>5</sup> |                 | -10               |
| P3                                                                              | 5 | M                                                                  | M              | 1 <sup>8</sup> | 2 <sup>9</sup> | 2 <sup>10</sup> | 8                 |
| Ustun V <sub>j</sub> potentsiallari                                             |   | 4                                                                  | 5              | 6              | 15             | 16              |                   |

A va B-jadvallardagi yo'l xarajatlari C-jadval kataklarining yuqori qismining burchaklariga joylashtirilgan, taqsimot bajargandan keyin ma'lum bo'ldiki, hamma kataklarda xarajatlar soni yetmaydi, shuning uchun bu bo'sh kataklarga eng katta sonlar «M» ni joylashtirib to'ldiramiz.



C jadvalda hosil qilingan model ochiq model hisoblanadi. Iqtisodiy-matematik model tuzish uchun quyidagilarni kiritamiz:

$i$  – xomashyo, ya'ni qand lavlagi yetishtiruvchi xo'jaliklar indeksi;

$k$  – vositachilar, ya'ni qabul punktlar indekslari;

$j$  – iste'molchilar, qand zavodlarning indekslari.

Vertikal ustunda ishlab chiqaruvchilar bilan bir qatorda vositachilar – qand lavlagi qabul qiladigan punktlar ham joylashgan. Gorizontal qatorlarda esa ishlab chiqaruvchilar bilan birga xuddi o'sha qabul punktlar ham joylashgan. Noma'lumlar esa quyidagilardir;

$t_{ik}$  – “ $i$ ” jamoa xo'jalikdan “ $k$ ” qabul punktigacha xomashyolarni yetkazib berish xarajatlari ifodalangan;

$t_{kj}$  – “ $k$ ” qabul punktidan “ $j$ ” qand zavodigacha xomashyo yetkazib berishda sarflangan transport xarajatlari;

$x_{ik}$  – “ $i$ ” jamoa xo'jaligidan “ $k$ ” qabul punktigacha yetkazib beradigan xomashyo hajmi;

$x_{kj}$  – “ $k$ ” qabul punktidan “ $j$ ” qand zavodigacha yetkazib boradigan qand lavlagi hajmi.

C jadval to'rt kvadrantdan iborat.

I kvadrantda jamoa xo'jaliklardan qabul punktlargacha xomashyo yetkazib berish opersiyalarni amalga oshirish jarayonlari aks ettirilgan.

II kvadrantda esa jamoa xo'jaliklaridan qand zavodlarga xomashyo yetkazib berish jarayoni aks etgan. Bizning masalamizda  $K \rightarrow P-3$  sxema bo'yicha, ya'ni xomashyo ishlab chiqaruvchilardan qabul punktlarigacha, ulardan esa qand zavodlariga xomashyo yetkazish kerak. Shuning uchun bu kvadrantga xomashyo yetkazib berish transport xarajatlarini  $M$ -maksimum qilib qo'yamiz.

III kvadrantda  $x_1, x_2, x_3$  deb belgilangan kataklarda qabul punktlarning xomashyo qabul qilish quvvatidan qanchasi ishlatilmasdan qolib ketganligini ko'rsatadi. Qolgan kataklarga esa  $M$ -maksimum qiymatni kiritamiz, chunki masalamiz berilishi bo'yicha punktdan punktigacha xomashyo mahsuloti o'tmaydi.

IV kvadrantda qabul punktlardan qand zavodlariga xomashyo yetkazib berish jarayoni aks etgan.

### 19.3. Masalaning iqtisodiy-matematik modeli

$$1. \sum_k x_{ik} \leq k_i$$

Ya'ni har bir xomashyo ishlab chiqaruvchi jamoa xo'jalik mahsulotlari yig'indisi, qabul punktlarning quvvatidan oshmaslik shartli o'rinli.

2. Har bir qabul punktlari barcha jamoa xo'jaliklardan qabul qiladigan xomashyolar yig'indisi, qabul qilish quvvatiga teng bo'lgan qand lavlagisini qabul qila oladi.

3. Har bir qabul punktdan hamma zavodlarga yuboriladigan xomashyolar, shu qabul punktning quvvatiga teng bo'lishi kerak:

$$\sum_k X_{kj} + X_i^0 = H_i$$

4. Har bir qabul punktdan qand zavodlariga yetkazib beradigan xomashyo, qand zavodi quvvatidan oz bo'lmasligi kerak.

Optimallik mezonini. Maqsad funksiya.  $\sum_k X_{kj} = 3_j$  maqsad funksiyada

1 qism  $(\sum_i \sum_j t_{ik} \cdot x_{ik})$  xomashyo ishlab chiqaruvchi xo'jaliklardan qabul punktlariga yetkazib berish xarajatlari yig'indisini bildirsa, 2 qism  $(\sum_k \sum_j t_{kj} \cdot x_{kj})$  esa qabul punktlaridan qand zavodlarga cha xomashyolarni yetkazib berish xarajatlarining hajmini ifodalaydi. Bu funksiyalarning ikkila qismining yig'indisi minimumga intilishi kerak.

Modelning berilishidan ma'lumki, ikkinchi kvadrantda taqsimot bajarish ta'kidlanadi, chunki bu holda qabul punktlariga jamoa xo'jaliklardan xomashyo yuborilmaydi. Agar zavodlar yoki mahsulot ishlab chiqaruvchi xo'jaliklar orasida mahsulot bo'yicha balans sharti bajarilmasa, u holda keyingi holatlar ro'y berishi mumkin:

1). Ta'minotchilardagi umumiy mahsulot hajmi qand zavodlarining umumiy talabidan katta bo'lishi mumkin. U holda yechimda kompyuter qo'shimcha sun'iy (fiktiv) zavodni (iste'molchini) kiritadi. Bu qo'shimcha iste'molchi sifatida birinchi bosqichda sun'iy vositachi bo'lishi mumkin, ikkinchi bosqichda esa, qo'shimcha sun'iy qand zavodi bo'lishi mumkin.

2). Ta'minotchidagi umumiy mahsulot hajmi qand zavodlarning umumiy talabidan kichik bo'lishi mumkin. Bunaqa holatlarda optimal yechimda qo'shimcha sun'iy (fiktiv) ta'minotchi qo'shiladi va shu punktdagi mahsulot hajmi ta'minotchilarning yetmagan quvvatiga teng bo'ladi.

Sun'iy ta'minotchi o'rnida:

birinchi bosqichda - qo'shimcha xomashyo ishlab chiqaruvchi jamoa xo'jalik bo'lishi mumkin;

ikkinchi bosqichda - qo'shimcha sun'iy vositachi qabul punkti bo'lishi mumkin.



Sun'iy ta'minotchi yoki zavod o'rnida shu modelni qo'llash jarayonida shu mahsulot bozorida yangi yo ta'minotchi yoki yangi zavod topish to'g'risida ma'lumot beriladi.

#### 19.4. Masalaning yechimi.

Masalani yechish uchun taqsimot usullaridan biri potensial usulini qo'llaymiz. Buning uchun boshlang'ich reja tuzamiz. Boshlang'ich rejani kvadrantlar bo'yicha matritsaning eng kichik elementlar usulini qo'llaymiz. Jadvaldan ma'lumki  $P_3$  qabul punktiga bir birlik hajmga teng bo'lgan qand lavlagi yana qo'shimcha yetkazib berish mumkin, ya'ni bu  $P_3$  qabul punkti xomashyo qabul qilish imkoniyatiga ega.

IV kvadrantdan ma'lumki zavodlarning quvvatlariga teng bo'lgan qand lavlagisi yetkazib berilgan.

Masalaning optimal yechimini aniqlash uchun boshlang'ich rejani yo'llar bo'yicha eng kichik elementlar usulini qo'llab, optimallashtirish uchun potensial usulini qo'llaymiz, ya'ni ustunlar bo'yicha va yo'llar bo'yicha potentsiallarni hisoblaymiz.

Shu usulni qo'llashni davom etishni o'quvchilarga havola qilamiz.

#### Tayanch iboralar

Trikotaj fabrika, qand zavodlar, paxta zavodlar, xarajatlar, xomashyo, potentsiallar, oraliq qiymatlar, zavodlarning ishlab chiqarish quvvatlari, qabul punktlar, katta "M" son.

#### Xulosa

O'zbekistonda yetakchi yo'nalishlardan biri bo'lgan paxtaga qayta ishlov berish sanoatida, paxtani punktlariga yaqin joylarga joylashtirish masalasi ko'p bosqichli masalalar modellarini tuzish va uni potensial usulda optimallashtirish haqida so'z yuritiladi.

#### Nazorat uchun savollar

1. Ko'p bosqichli masalalarga misol keltira olasizmi?
2. Nega ko'rib chiqilgan masala ko'p bosqichli deyiladi?
3. S matritsaning birinchi oktantasida qanday qiymatlar joylashadi?
4. S matritsaning uchinchi oktantasida qanday qiymatlar joylashadi?
5. Nega «M» katta son qo'llaniladi?
6. Qo'yilgan masala qanday masalalar turiga kiradi?
7. Potensial usulining algoritmini bilasizmi?



## § 20. ZAXIRALARNING BOSHQARISH USULLARI VA MODELLARI

- 20.1. Zaxiralarni boshqarishning klassik masalasi.
- 20.2. Tovar zaxiralarini tartibga solishning prinsipial sxemalari.
- 20.3. Iqtisodiy foydali bir buyurtma hajmining modeli.

### 20.1. Zaxiralarni boshqarishining klassik masalasi.

Zaxiralarni boshqarish masalasi deb, shunday optimizatsion masalaga deyiladi, unda tovarlarni omborxonaga yetkazish va saqlash, tovarlarga bo'lgan talab, xarajatlar haqidagi ma'lumotlar taxminan aniq hisoblanadi.

Omborxonaning ishini berilgan optimizatsion mezon bo'yicha optimallashtirish talab etiladi.

Zaxiralarni boshqarish masalasini ko'ramizki, bu masalaga uning klassik qo'yilishi deyiladi.

Vaqt oraliq birligini bir kun ( $t$ ) ga teng deb tanlaymiz.

Mayli kunning oxirida ( $t-1$ ) vaqtda omborxonada tovar zaxirasi  $x_{t-1} \geq 0$  hajmda qolgan bo'lsin.

Omborxona o'zining tovar zaxirasini to'ldirish uchun  $h_t$  hajmda buyurtma beradi. Bu qo'shimcha tovar keyingi kunning boshlanishida keltiriladi va tovarning hajmi  $x_{t-1} + h_t$ -ga teng bo'ladi.

Qo'yaveraylik,  $S_t$  orqali  $t$  kundagi tovar hajmini belgilasak, bu hajmdagi tovar iste'molchilar talabiga teng bo'lsin (buyurtma hajmi).

Agar  $S_t \leq x_{t-1} + h_t$ , bo'lsa omborxona iste'molchi talabini to'la qoniqtiradi, tovarning qoldig'i  $x_t = x_{t-1} + h_t - S_t$  esa keyingi ( $t+1$ ) kunga ko'chiriladi, shuni e'tiborga olish kerakki, bunda omborxonaga saqlash uchun sarf qiladigan xarajatlar qolgan tovar hajmiga proporsional bo'ladi:

$$C x_t = c(x_{t-1} + h_t - S_t)$$

Agar buyurtmaning hajmi  $S_t > x_{t-1} + h_t$  - ga teng bo'lsa, u holda omborxona hamma tovarlarni iste'molchilarga beradi, yetmagan tovar uchun esa, jarima to'lanadi (masalan, defitsit uchun jarima), bu jarima defitsit hajmiga proporsional, ya'ni  $h(S_t - x_{t-1} - h_t) = -K(x_{t-1} + h_t - S_t)$

Shunday qilib, omborxonaning to'la xarajatlari  $\varphi(x_{t-1}, h, S_t)$ - ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$\varphi(x_{i-1}, h_i, S_i) = \max \{c(x_{i-1} + h_i - S_i); h(x_{i-1} + h_i - S_i)\}, \quad (a)$$

bu holda omborxonada tovar qoldig'i teng bo'ladi:

$$x_i = \max\{0; x_{i-1} + h_i - S_i\}$$

Formula (a) dan ma'lumki:

$$\varphi(x_i) = CX_i, \text{ agar } x_i > 0, \text{ bo'lsa,}$$

$$\varphi(x_i) = -KX_i, \text{ agar } x_i < 0, \text{ bo'lsa,}$$

$$\varphi(x_i) = 0, \text{ agar } x_i = 0, \text{ bo'lsa,}$$

Zaxiralarni boshqarish masalasining klassik ko'rinishida taxminlanadiki  $S_i$  talabning o'zi noaniq, lekin u bog'liq bo'lmagan tasodifiy kattalikka ega bo'lib, aniq berilgan taqsimot qonuniga ega.

## 20.2. Tovlar zaxiralarni tartibga solishining prinsipal sxemalari.

Korxonaning amaliy faoliyatida va marketing xizmatida tovarlar zaxirasini tartibgasolishning soddaroq prinsipal sxemalari mavjud, ular tovar zaxiralarni to'ldirishini har xil strategiyalariga asoslangan.

Bu sistemalarning asosiy parametrlari bo'la oladi, omborxonada bo'lgan tovarlar kattalik zaxirasi, zaxiralarni to'ldirishida buyurtma kattaligi, buyurtma berish davri va hokazo.

Sistemalar shunday tanlanadiki, parametrlarning qaysilari tartibga solishga qo'llanilsa.

A) o'lchovi belgilangan buyurtma sistemasi.

B) davriy belgilangan buyurtma sistemasi.

V) ikkita belgilangan sathli zaxiralar hamda davriy belgilangan buyurtma sistemasi.

G) ikkita belgilangan yuzali zaxiralar davriy bo'lmagan buyurtma yoki (S, S) zaxiralarni boshqarish strategiyalar.

D) o'z-o'zini tartibga soladigan sistemalar.

## 20.3. Iqtisodiy foydali bir buyurtma hajmining modeli.

Iste'molchilarning talablarini qondirishga sarflaydigan tovarlar omborining ishini ko'rib chiqamiz.

Ma'lumki, omborning ishi amalda ideal rejimdan ko'p farq qiladi, masalan: bir xil hajmdagi bir to'p tovar buyurtma berilgan boshqa bir to'p tovar keltiriladi, reja bo'yicha tovar 2 haftaga keltirishi kerak bo'lganda, tovarni 10 kunga keltirsinar. Norma bo'yicha yukni bir sutkada joylashtirish kerak bo'lganda, uni uch sutkada joylashtirsalar va hokazo.

Nazarga olish kerakki, bunday chetga chiqishlar amaliy mumkin emas, shuning uchun omborxonalarning ishini modellashtirishda quyidagilarni taklif qilish mumkin.

1) Omborxonadagi jamg'armani sarflash tezligi o'zgarmas son bo'lib, uni  $M$  bilan belgilaymiz (tovarning birligi vaqt birligida); shuni nazarga olgan holda, jamg'armaning hajmi o'zgarishining grafigi to'g'ri chiziqning kesmasini ifodalaydi.

2)  $Q$  o'zgarmas son orqali esa, omborxonani tovarlar bilan to'ldirishni belgilaymiz, ma'lumki zaxiralarni boshqarish sistemasi, bu belgilangan o'lchovli buyurtma hisoblanadi.

3) Keltirilgan tovarlarni tushirishga kam vaqt sarflanadi, shuning uchun uni nolga teng deb qabul qilamiz.

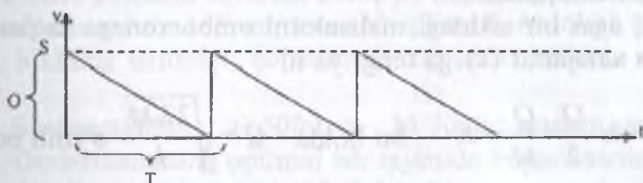
4) Agar buyurtmani kerakli vaqtda qabul qilish kerak bo'lsa, uni  $\Delta t$  -vaqtga oldin buyurtma berish kerak, chunki buyurtma  $\Delta t$  vaqt o'tgandan keyin keladi.

5) Omborda sistematik ravishda zaxiralar to'planmaydi yoki zaxiralarga ortiqcha xarajat qilinmaydi.

Agar  $T$  orqali ikki sharti tovar keltirish orasidagi vaqtni belgilasak, u holda albatta quyidagi tenglik bajariladi:

$$Q = M \cdot T$$

Bundan kelib chiqadiki, omborxonaning ish vaqti uzunligi  $t$ -ga teng bo'lgan davrni sikllarda o'tadi, bu holda zaxiraning hajmi  $S$  maksimal qiymatdan  $S$  minimal darajaga o'zgaradi (20.1-rasm).



20.1-rasm.

6) Davrning oxirida omborxonada zaxira qolmasligi mumkin emas, ya'ni  $S \geq 0$  tengsizlik o'rinli. Omborxonada zaxirani saqlash xarajati kamayishini e'tiborga olib, ya'ni  $S=0$  bo'lgani uchun,  $S=Q$  ga o'rinli bo'ladi.

Omborning «ideal» ishi, ya'ni u zaxiralarning vaqt  $t$ -dan bog'liq bo'lganining geometrik ifodasi 20.1 rasmda ifodalangan.

Yuqorida ifodalanganiga asoslangan holda, ya'ni omborxonaning effektiv ishi, uning xarajatlari omborxonaning to'ldirib turish va tovarlarni saqlashdan tashkil topadi. Qo'shimcha xarajatlarga pochta-telegraf xarajatlari, komandirovkaga yuborishdagi, transpot xarajatlarining ba'zi qismlari kiradi, bu xarajatlarni  $K$ -orqali ifodalaymiz. Bir vaqt birligida,



bir-birlik tovar zaxirasini omborda saqlashini  $h$  orqali ifodalaymiz, ya'ni omborxonaga saqlashning nisbiy xarajatlari

$$Q_{oi} = \sqrt{\frac{2\kappa \cdot m}{h}} \quad (20.3)$$

bu formulaga Uilson formulasi deyiladi, ingliz iqtisodchi olimi XX asrning 20- yillarida bu formulani keltirib chiqargan.

Uilson formulasi bilan hisoblangan tovarning optimal hajmi quyidagi xossalarga ega: tovarning hajmi  $Q$  optimal hisoblanadi, faqat shu holda agar tovarni omborxonada  $T$  vaqtda sarflanadigan xarajat, qo'shimcha (nakladnyie) xarajatga ( $K$ ) teng bo'lsa.

Darhaqiqat, agar  $Q = \sqrt{\frac{2KM}{h}}$  bo'lsa, bir siklda tovarni omborga saqlash xarajati teng bo'ladi (Omborxonaning ideal ishi).

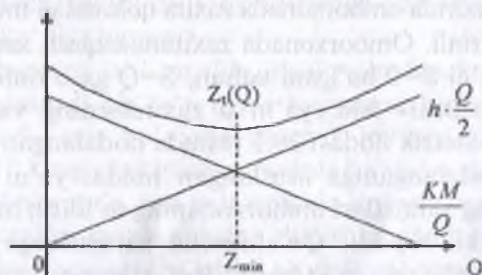
$$h \cdot \frac{Q}{2} \cdot T = h \cdot \frac{Q}{2} \cdot \frac{Q}{M} = h \cdot \frac{2KM}{2Mh} = K, \quad (20.4)$$

Haqiqatan ham (20.3) formuladan  $Q^2 = \frac{2KM}{h}$ , bo'lgani uchun (20.4) tenglik aniqlandi.

Teskari, agar bir sikldagi mahsulotni omborxonaga saqlash xarajati qo'shimcha xarajatlar ( $k$ )-ga teng, ya'ni

$$h \cdot \frac{Q}{T} = h \cdot \frac{Q}{2} \cdot \frac{Q}{M} = K \quad \text{bu holda} \quad Q = \sqrt{\frac{2KM}{h}} \quad \text{o'rinli bo'ladi.}$$

Mahsulotning optimal hajmini xarakteristik xossasini grafik ko'rinishini ham ifodalash mumkin (20.2-rasm).



20.2. rasm

Rasmdan ma'lumki  $Z_1(Q)$  funksiya eng kichik (min) qiymatni funksiyaning tarkibiy qismlarini tashkil etuvchi funksiyalar uchraydigan nuqtada erishadi.

Uilson formulasidan (20.3) va omborxonaning ideal ishi haqidagi ma'lumotlarni nazarga olgan holda, omborxonaning optimal ishining ba'zi xarakteristikalarini hisoblash mumkin:

- zaxirani o'rtacha optimal chegarasini;

$$\bar{Q}_{onm} = \frac{Q_{onm}}{2} = \sqrt{\frac{KM}{2}} \quad (20.5)$$

- zaxiraning to'ldirishning optimal davrini;

$$T_{onm} = \frac{Q_{onm}}{M} = \sqrt{\frac{2K}{Mh}} \quad (20.6)$$

- vaqt birligida zaxiralarni saqlashning o'rtacha optimal xarajatlarini;

$$\bar{H}_T = \bar{Q}_{onm} \cdot h = \sqrt{\frac{KMh}{2}} \quad (20.7)$$

**Masala.** 20.1. Birja orqali omborxonaga partiya bo'yicha 1500 tonna sement yetkaziladi.

Iste'molchilar esa bir sutkada 50 t. sement olib borishadi. Qo'shimcha xarajatlar sement yetkazib berishda 2 mln so'mga teng. Omborxonada 1t sementni saqlash uchun 100 so'm xarajat qilinadi. Aniqlash kerak.

20.1.1. Siklning uzunligi, qo'shimcha xarajatlar sutkada va sutkada xarajatlar;

20.1.2. Shu xarajatlar a) 500 t va b) 3000 t sement uchun;

20.1.3. Omborxonaning optimal ish rejimida buyurtmaning optimal hajmini va xarakteristikalarini hisoblash kerak.

### 20.1. Masalaning vechimi:

Omborxona ishining parametrlari:

$M=50t/sut$ ;  $K=2mln.so'm$ ;

$h=100 so'm/T$  sutkada;  $Q=1500t$

20.1.1. Siklning uzunligi:

$$T = \frac{Q}{M} = \frac{1500 m}{50 m / сут} = 30 сутка$$

O'rtacha qo'shimcha xarajatlar:

$$\frac{K}{T} = \frac{2 млн. сум}{30} \approx 67 \text{ тыс. / сум}$$

bir sutkada o'rtacha xarajat

$$h \cdot \frac{Q}{2} = 100 \text{ so'm} / \text{t} \cdot \text{so'm} \cdot \frac{1500}{2} T = 75 \text{ mng so'm}.$$

20.1.2. Analogik hisoblashlarni 500 t, 3000 t sementni partiyalari uchun o'quvchilarga havola etamiz.

20.1.3. Uilson formulasi asosida optimal buyurtma hajmini (20.3) formula asosida aniqlaymiz.

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2KM}{h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2000000 \cdot 50}{100}} = 1400 \text{ m};$$

mahsulot zahiraning o'rtacha optimal qiymatini 20.5 formula asosida aniqlaymiz:

$$Q_{om} = \frac{Q_{opt}}{2} = \frac{1400 \text{ m}}{2} = 700 \text{ m}$$

Zaxiraning optimal to'ldirish davrini (20.6) formula asosida aniqlaymiz

$$T = \frac{Q_{opt}}{M} = \frac{1400 \text{ m}}{50 \text{ m} / \text{so'm}} = 28 \text{ kun}$$

Vaqt birligida mahsulotni saqlashda o'rtacha optimal xarajatni (20.7) formula asosida hisoblaymiz.

$$\bar{H} = \bar{Q}_{opt} \cdot h = 700 \text{ t} \cdot 100 \text{ so'm} / \text{t} = 70 \text{ ming so'm} / \text{kun}$$

Masalaning yechimidan ma'lumki, zaxiralarni boshqarishini modellar tuzib boshqarish mumkin.

Javoblar:

$$20.1.2 \text{ (a)} \quad Q_1 = 500 \text{ t. uchun}$$

$$T_1 = 10 \text{ sutka}; \quad \frac{K}{T_1} = 200 \text{ ming so'm} / \text{sutka}$$

$$h \cdot \frac{Q_1}{2} = 25 \text{ ming so'm} / \text{sutka}$$

$$20.1.2. \text{ (b)} \quad Q_2 = 300 \text{ t. uchun}$$

$$T_2 = 60 \text{ sutka}; \quad \frac{K}{T_2} = 3300 \text{ ming so'm} / \text{sutka}$$



$$h \cdot \frac{Q_1}{2} = 150 \text{ ming so'm/ sutka}$$

### **Tayanch iboralar**

Zaxiralar, boshqarish, omborxona, buyurtma, iste'molchi, talab, tovor hajmi, xarajat, marketing xizmati, buyurtma sistemalari, buyurtma hajmi, nisbiy xarajatlar.

### **Xulosa**

Zaxiralarni boshqarishni klassik masalasida tovarlarni omborxonaga yetkazib berish, saqlash, tovarlarga bo'lgan talab, xarajatlar haqidagi ma'lumotlar asosida optimizatsion mezon tanlab optimallashtiriladi. Bu marketing masalasini iqtisodiy foydali bir buyurtma hajmining modelini analitik ifodasi ko'rinishida yozib, buyurtma qiymatini aniqlash mumkin. Zahiraning hajmi esa maksimal qiymatdan minimal qiymatga biron vaqt oralig'ida davrni aniq sikllarda o'tadi. Uilson formulasi asosida optimal buyurtma hajmi aniqlanadi.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Zaxiralarni boshqarish klassik masalaning ma'nosini ifodalay olasizmi?
2. Zahiralarni tartibga solish prinsipial sxemalarni takrorlang.
3. Iqtisoddan foydali bir buyurtma hajmining modelini ifodalang.
4. Bir T davr vaqtda omborxonadagi tovar hajmi qanday qiymatlar orasida o'zgaradi?
5. Omborxonaning «ideal» ishining grafik ko'rinishini ifodalang.
6. «K» qanday xarajatlardan tashkil topgan?
7. Nisbiy (h) xarajatni tushuntira olasizmi?
8. Uilson formulasini yoza olasizmi?
9. Maqsad funksiya  $ZT(Q)$  qanday xarajatlardan tashkil topgan?
10.  $Z_{\min}$  grafikda qanday aniqlanadi?

## **§ 21. EKSPERT BAHOLASH USULLARI**

- 21.1. Ekspertlarni savolga tayyorlash.**
- 21.2. Ekspertlar guruhlarini tuzish.**
- 21.3. G'oyalarning «jamoa generatsiya» usuli.**
- 21.4. Delfi usuli.**
- 21.5. Ekspertlarning javoblarini qayta ishlash.**

### **21.1. Ekspertlarni savolga tayyorlash.**

Ekspert (lotincha "tajribali") ekspertiza protsedurasi uch bosqichdan iborat:

- 1) Ekspertizaga tayyorlanish;
- 2) Ekspertlar bilan so'rov o'tkazish;
- 3) So'rov natijalarini qayta ishlash.

Ekspertlarning o'zlari ikkinchi bosqichda qatnashadilar.

Tayyorgarlik ishi uch qismdan iborat:

- 1) Savol shakli va mazmunini belgilash.
- 2) Savollarni tuzish.
- 3) Ekspertlarni shaxsan tanlash va jalb etish.

So'rov shakllari: intervyu olish, muloqot, yig'ilish, g'oyalarni tanlash, o'yinlar o'tkazish, anketa tuzish va Delfi usuli.

So'rovlar individual yoki guruhlarda, yuzma-yuz va sirtidan o'tkazilishi mumkin.

Anketa va intervyularda savolni tanlash qiyin. Savollar ochiq yoki yopiq yoki bir necha shaklda bo'lishi mumkin. Ochiq javoblar sifatli yoki erkin holda sonli ifodalar ko'rinishida bo'ladi.

Yopiq savolga javoblar: "ha", "yo'q", "bilmayman" singari bo'ladi. Savollar soni ko'p bo'lganda zarur javob chiziladi.

### **21.2. Ekspertlar guruhlarini tuzish.**

Avvalambor, ekspertlarni tanlash, ularning malakalariga e'tibor berish va keyinchalik guruhlar tuzish zarur.

Kerakli belgilarda ekspertning ishchanligi, mahorati zarurdir. Buning uchun ko'p mutaxassislariga savol berib u yoki bu sohada kim ekspert ekanligini so'rash mumkin. Keyinchalik eng ko'p ovoz olganni ekspert guruhiga kiritish lozim:

$$X_g = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

Ishbilarmonlik bilan ishtirokchilarning boshqa sifatlari - ilmiy yondashishi, fikrlash doirasi va saviyasi ham hisobga olinadi.

Guruhlardagi ekspertlar soni so'rov usuliga bog'liq. Yuzma-yuz uchrashuv uchun 10-15 kishi kifoya. Agar vaqt, mehnat va mablag' sarfi cheklanmagan bo'lsa sirtidan so'roq o'tkazganda ekspertlar soni cheklanmagan bo'ladi.

### 21.3. G'oyalarning «jamoa generatsiya» usuli.

Bu usul "g'oyalar jangi" deb nom olgan. U yuzma-yuz so'rov usuli bo'lib, XX asrning 50-yillarida kashf etilgan. Dastlab 10-15 kishidan iborat guruh tuziladi. Tayyorgarlik jarayonida ekspertlarga eslatma tayyorlanadi va unda muammoli holatlar, markaziy masalalar, muhokama savollari va oldindan g'oyalarni o'ylab qo'yish so'raladi.

Yig'ilishni o'tkazish uchun rais saylanadi. U yig'ilishni ochadi. Ekspertlarga nutq uchun 2-3 minut ajratiladi va u bir necha gal takrorlanadi. Bu usulda tanqidiy fikrlar ijobiy muhokama qilinadi.

Muhokama stenogramma qilinadi. Muhokamaga 20-45 minut ajratiladi.

Keyingi bosqichda seans natijalari boshqa mutaxassislar guruhi tomonidan qayta ishlanadi. Bu bosqichda jami g'oyalar tanqid etiladi va g'oyalar, takliflarning so'nggi ro'yxati tuziladi. Bu ro'yxatga samarali va amaliy g'oyalar kiritiladi.

### 21.4. Delfi usuli.

U AQSHda XX asrning 60-yillarida yaratilgan. U sirtidan so'rov o'tkazishga asoslangan. Uning xususiyatlari: sirtqi, anonim, so'rovlar bir necha bosqichlarda o'tkaziladi, teskari aloqa mavjud, birinchi turdan tashqari har gal ekspertlar oldingi turdagi natijalar haqida axborot olishadi.

Dastlab ekspertlarga anketalar tarqatiladi, unda muammo izohlanadi, savollar ro'yxati va unga javob berish tavsifi keltiriladi.

Ekspert javoblarni qo'l qo'ymasdan pochta orqali jo'natadi. Tashkilotchilar ekspertlar javoblarini qayta ishlaydi, baho chiqaradi. Mazmun jihatdan o'rtachalar, farqlar va dispersiya hisoblanadi. Bir oy o'tgandan keyin ikkinchi tur o'tkaziladi. Ekspertlarga birinchi tur natijalari bayon qilinib savollar beriladi. Birinchi tur javoblarini inobatga olib ekspertlardan savollarga javob berishi so'raladi. Javoblar yana umumlashtirilib zarur bo'lsa yana qo'shimcha turlar o'tkaziladi. Agar uchinchi turdan so'ng javoblardagi farqlar katta



bo'lmasa so'rov o'tkazish to'xtatiladi. Oxirgi tur natijalari umumlashtiriladi va tugallangan hisoblanadi.

### **21.5. Ekspertlarning javoblarini qayta ishlash.**

Agar javob sonli miqdorlarda bo'lsa, jami ekspertlar guruhining javobini baholash uchun arifmetik o'rtacha, mediana va modda topiladi. Fikrlar farqi uchun variatsiya, kvadratik farq, dispersiya va kvartillar hisoblanadi.

Ekspert baholashning ayrim usullarida, jumladan Delfi usulida mediana, birinchi va uchinchi kvartillar hisoblanadi.

O'rtacha arifmetikaga nisbatan mediana afzalligi:

- birinchidan, mediana ayrim ekspert fikriga to'g'ri kelishi;
- medianaga ayrim ekspertlarning javobi o'rtachadan farq qilishi ta'sir qilmaydi.

Ikkinchidan kvartil mediana bilan mos keladi. Shuning uchun har bir turda Delfi usuli uchun mediana, birinchi va uchinchi kvartil hisoblanadi.

### **Tayanch iboralar**

Ekspert, ekspertiza, so'rov shakllari, ekspert guruhi, ilmiy yondashish, saviya, fikrlash doirasi, g'oyalarni "generatsiya" usuli, "g'oyalar jangi", sirdan so'rov.

### **Xulosa**

Ekspert baholash usuli (g'oyalar jangi) yordamida avval muammo izohlanadi, savollar qo'yiladi. Muammoni hal etishda mutaxassislardan ekspert guruhlar tuziladi va ularning savollarga javoblari asosida xulosalar qilinadi, agar bir necha turdagi javoblardagi farqlar katta bo'lmasa natijalar matematik usullar yordamida baholaniladi.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Ekspertlar guruhi qanday tashkil qilinadi?
2. G'oyalarni generatsiyalash usulini tushuntiring?
3. Ekspertlarning javoblari qanday qayta ishlanadi?
4. Ekspertlarni baholashning usullarini tushuntiring.
5. Delfi usuli haqida nimalarni bilasiz?
6. Ochiq va yopiq savollar bir-biridan nima bilan farq qiladi?
7. «G'oyalar jangi» ning mohiyati nimada?
8. Agar ekspertlarning javoblari sonli miqdorlar bo'lsa, ularni baholashda nimalarni hisoblash kerak?
9. Delfi usulining natijasini baholashda nimalar hisoblanadi?
10. Kvartil medianaga mos qiymatga egami?

## **V. BOB. BOZOR MUVOZANATI, ISHLAB CHIQUARISH FUNKSIYALARI. KORKONANING FOYDASINI MODELLASHTIRISH**

### **§ 22. BOZOR MIKROIQTISODIY TAHLILI ASOSLARI.**

**22.1. Bozor konyunkturasining o'zgarish darajasi.**

**22.2. Konyunktura axborotnomasi.**

**22.3. Yalpi milliy mahsulot.**

**22.4. Bozor muvozanati.**

**22.1. Bozor konyunkturasining o'zgarish darajasi.**

Ma'lum davrda tovarlar va xizmatlar sotilishidagi imkoniyatlarni ifodalovchi iqtisodiy shart-sharoitlar majmui-bozor konyunkturasini bildiradi. U aniq iqtisodiy ko'rsatkichlar — talab va taklif muvozanati, baholar darajasi, bozor hajmi va boshqalar bilan ifodalanadi.

Bozor konyunkturasi mamlakat iqtisodiy holatiga to'g'ridan to'g'ri bog'liq. Shuning uchun tovar bozorining tahlili quyidagi ikki yo'l bilan olib borilishi mumkin: 1). Agar konyunkturaning o'zgarish darajasi va tendensiyalarini bilish ko'zlansa, u holda uning belgilangan davrdagi dinamikasi o'rganiladi. 2). Agar konyunkturaning ma'lum muddatga bo'lgan ahvolini bilish zarur bo'lsa, unda tovarning bozordagi hayotiy yo'li o'rganiladi, aniq bosqichi belgilanadi va tahlil qilinadi.

Butun yilda axborotlar uch qismga bo'linadi. Birinchisiga konyunkturani oldingi davrda tasvirlagan ma'lumotlar kirib, hozir ularning hech qanday aloqasi yo'q. Ikkinchisi, konyunkturaning hozirgi ahvolini bildiradi, ammo uning istiqboliga ta'sir ko'rsata olmaydi. Uchinchisi konyunkturaning tahlili bozorning ayrim tomonini ifodalovchi ko'rsatkichlargagina emas, balki uning kompleks holatini tasvirlovchi barcha yig'ilgan va statistika ma'lumotlariga, ularning umumiy qarama-qarshi tomonlariga asoslanishi kerak.

**22.2. Konyunktura axborotnomasi.**

Konyunktura axborotnomasi konyunkturaning tahlil shakli hisoblanadi. Bu hujjat bozorning holatiga ta'sir etuvchi barcha omillar to'g'risida, ularning o'zaro aloqalari hamda konyunkturaning umumiy o'zgarishini



ifodalovchi qonuniyatlarini o'zida mujassamlashtiradi. Mamlakat iqtisodiy doirasida konyukturani tahlil qilish quyidagi ko'rsatkichlarga asoslanadi.

Makroiqtisodiy ko'rsatkichlar: yalpi milliy mahsulot, yalpi milliy daromad, sanoat, qishloq xo'jaligi, investitsiya, transport, tovar muomalasi ko'rsatkichlari ichki va tashqi bozorlarda tovarlar sotilishi hajmi, pul muomalalari, kapital aylanishi va baholar dinamikasi, ishsizlik va inflatsiya darajalari.

Mikroiqtisodiy ko'rsatkichlarga, tovar bozorlari holati, talab va taklif, baho, talabning qondirilish darajasi, tovar ishlab chiqarish, uning sotilishi, yangi korxonalar qurilishi va boshqalar kiradi. Yuqoridagi ko'rsatkichlarning umumiylik tomoni shundaki, ular bir-biri bilan bog'liq va davlat iqtisodiyoti bir bosqichdan ikkinchisiga o'tganda ularda o'zgarish ro'y beradi.

### **22.3. Yalpi milliy mahsulot.**

Yalpi milliy mahsulot, shaxsiy iste'mol davlat buyurtmalari, yalpi kapital qurilish, tovar va xizmatlarni eksport va import qilish ko'rsatkichlarini o'z ichiga oladi. Bu ko'rsatkichlarni hisoblashda noaniqliklar (qaytadan hisoblash) ro'y bersa ham, u oxirgi talab hajmi va har doim mamlakat iqtisodiyoti holatini baholashda muhim o'rinni egallaydi. Mamlakat iqtisodiyoti konyukturasida ro'y beradigan barcha o'zgarishlar manbai bo'lib, ishlab chiqarish sohalari hisoblanadi. Iqtisodiyotda sanoatning ulushi qanchalik yuqori bo'lsa, uning ko'rsatkichlarining ahamiyati shunchalik yuqori bo'ladi. Sanoat ishlab chiqarishiniing asosiy ko'rsatkichlari: sanoat ishlab chiqarishni indeksi ishlab chiqarilgan mahsulotlari mutlaq hajmi: ishlab chiqarish imkoniyatlari va haqiqatda o'zlashtirilgan quvvatlar (sohalar bo'yicha) mehnat unumdorligi: ishsizlar, ish xaqi: buyurtmachilar, investitsiya va boshqalar, ular tahlil qilinadi hamda bozor konyunkturasiga ta'siri aniqlanadi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi bo'yicha esa ishlab chiqarish indeksi, mutlaq hajmi, ekin maydonlari, hayvonlar soni, o'rtacha hosildorlik, agrofimalari soni va tarkibi, ishlovchilar soni, yetishtirilgan mahsulotlar bahosi, sotib olinayotgan texnika, yonilg'i o'g'itlarining baholari, fermerlarning daromadlari, qishloq xo'jalik texnikasi va yerdan foydalanish samarasi tahlil qilinadi. Shu bilan birga, qishloq xo'jaligining sanoatga qaraganda o'ziga xos qiyinchiliklari tufayli iqtisodiyot sohalari orasidagi nomutanosiblikni kuchaytirishi va natijada talab va taklif muvozanati buzilishiga olib kelish sabablari ochib beriladi. Qishloq xo'jaligi mahsulotlari bozori konyukturasi faqat shu sohaning iqtisodiy ko'rsatkichlari asosida tahlil qilinmaydi. Uning ko'proq qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta



ishlovchi sanoat korxonalari va ta'minoti bilan shug'ullanuvchi tarmoqlar ish natijalariga bog'langan holda o'rganilishi va tahlil qilinishi shart. Investitsiyaning rivoji bozor holatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Agarda ishlab chiqarish sohalarida tugatilmagan obyektlar soni kamaysa, sanoat mahsuloti ko'payadi va bozorda taklif talabdan yuqorilashadi. Yuk tashish transportining rivojlanish ko'rsatkichlarini bozor konyukturasi uchun ahamiyati kattadir. Chunki uning ish natijalari xomashyo, materiallar va tovarlar yetkazib berishdan iborat. Ichki chakana tovar ko'rsatkichlari mamlakat iqtisodiyotining, aholi turmush darajasining eng asosiy belgilaridan va bozor konyukturasining negizidir, chunki chakana tovar oborot hajmi tarkibi, undagi o'zgarishlar va barcha ko'rsatkichlar bozorning asosiy holati — talab va taklif muvozanatiga bog'liqdir. Chakana tovar oboroti va xizmatlar umumiy hajmi, tarkibi (tovar guruhlari), aholi jon boshiga to'g'ri kelishi, tuman, shahar va viloyatlar bo'yicha tahlili, savdo, ovqatlanish, xizmat ko'rsatish, dorixonalar va boshqa shoxobchalarning turlari, ularning joylashishi, savdo maydonlarining hajmi va 1000 kishi hisobiga to'g'ri kelishi kabilar muhim ko'rsatkichlardir. Chakana savdoning tahlili, uning tovarlar bilan ta'minoti manbalari-ulgurji savdo firmalari bilan birgalikda olib boriladi.

Savdo oboroti dinamikasini tahlil qilganda oziq-ovqat va nooziq ovqat tovarlari, uzoq muddat ishlatiladigan uy-ro'zg'or mollari, sport, sayohat va boshqa zamonaviy talablarni qondirishga mo'ljallangan tovarlar alohida ko'riladi. Pul muamolari ko'rsatkichlari -emissiya, inflatsiya, kreditlar, foiz stavkalari, valutar kurs, bank depozitlari, bankrotlik va boshqalar bozor konyukturasi sezilarli ta'sir etuvchi omillardir. Tashqi savdo ko'rsatkichlari ichki bozor konyukturasining shakllanishida o'ziga xos o'ringa ega. Chunki tashqi savdo orqali mamlakat ichki bozori jahon bozori bilan bog'lanadi. Tashqi bozor aboroti eksport va import hajmlari va tarkiblari, savdo balansi qoldig'i, eksport va import geografiyasi mamlakatning jahon bozoridagi eksportga ishlab chiqarilgan (tayyor) mahsulotlar, mashinasozlik tovarlari va xizmatlarning ulushi, iste'molda importning o'mi va tashqi savdo baholari tahlil qilinadi va ichki bozor konyukturasiga ta'siri aniqlanadi.

#### **22.4. Bozor muvozanati.**

Bozor muvozanati, har doim iqtisodiy konyuktura (umum xo'jalik yoki tovar holati) bozordagi raqobat va baholar dinamikasi shart -sharoitlari ta'sirida shakllanayotgan talab va taklif munosabatlariga bog'liq bo'ladi. Ana shu iqtisodiy jarayonlar "bozor" tushunchasi va bozor mexanizmi elementlaridan iborat. Ularning bog'liqligini quyidagicha tassavur qilish mumkin.

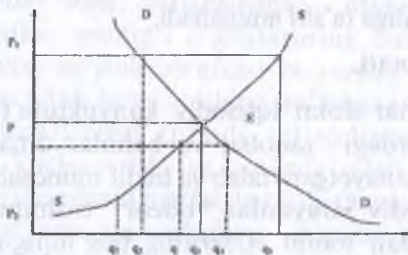
| Talab | V | narx | D | Taklif |
|-------|---|------|---|--------|
|-------|---|------|---|--------|

Taklif ishlab chiqarish faoliyati mahsuloti bo'lib, tovar holida sotishga mo'ljallangan.

Talab jamiyat ehtiyoji bo'lib, ishlab chiqarish va shaxsiy iste'mollarni ifodalaydi. Ammo talab ehtiyojni sotib olish qobiliyatiga (pul bilan ta'minlangan) ega bo'lgan qismidir. Narx-tovar qiymatining pul shaklidagi ko'rinishidir.

Talab va taklif hajmi-iste'molchilar sotib olishga, ishlab chiqaruvchilar bozordagi narxda sotishga tayyor bo'lgan tovarlar va xizmatlar miqdoridan iborat. Shunday ekan, talab va taklif-iste'mol bilan ishlab chiqarishning bozordagi ifodasidir. Ularning bir-biri bilan to'g'ridan-to'g'ri va teskari bog'liqlikda bo'lishlar kuzatiladi. Narxning o'sishi (pasayishi) talabning o'sishiga yoki aksincha rag'batlantirishga (v) olib keladi. O'z tomonidan talabning kengayishi narxning pasayishiga emas, balki uning oshishiga olib keladi. (a) narx darajasining taklif hajmiga teskari bog'liqligi (S) chizig'i bilan ko'rsatiladi. Shu vaqtning o'zida, narxning ko'tarilishi (pasayishi) taklif hajmining o'zgarishiga olib keladi (D). Rasmdan ko'rinib turibdiki, talabning o'zgarishi taklifni harakatga soladi, ana shu yo'nalishda teskarisi ham yuz beradi. Yuqoridagi tasvirda talab, narx va takliflarning bozordagi aloqalari ichki qarama-qarshilikka ega ekanligi ko'rinib turibdi. "Talab-narx-taklif" kategoriyalarining o'zaro harakatlari va bog'liqlarini to'laroq yoritish uchun bozor muvozanati tushunchasini ko'rib chiqamiz.

Bozor muvozanati-talab va taklif bir-biriga, narx esa tovar qiymatiga (oddiy tovar ishlab chiqarishda) yoki ishlab chiqarish bahosiga (erkin raqobat sharoitida) teng holatini bildiradi. Bozor muvozanati mohiyatini, chet el iqtisodchilari tomonidan ishlatilgan talab va taklif egri chizig'i dd orqali iste'molchilar tomonidan narxning har xil R darajalarida sotib olinishi mumkin bo'lgan tovarlar miqdori ko'rsatilgan. Ammo shu holatda boshqa omillar o'zgarmay qoladi, deb faraz qilinadi.



4-rasm.



Chizmadan ko'rinib turibdiki, (4-rasm) narxning o'sishi bilan (R dan) bahoning yuqoriroq ko'tarilishi natijasida iste'molchi firmalar ichida mablag'i kamlari chiqib ketaveradi, moliyaviy ahvoli yaxshilari esa tovar (xomashyo) sotib olishni kamaytiradi, ma'lum miqdorda arzonlashganlarni izlay boshlaydi. Narxning pasayishi (R dan  $R_2$  gacha) bilan, unga muvofiq ravishda talab oshadi ( $q$  dan  $q_3$  gacha). Taklif egri chizig'i SS, uning to'g'ridan-to'g'ri narxga bog'liqligini ko'rsatmoqda.

Grafikda ko'rsatilishicha, narxning oshishi (R dan  $R_1$  gacha) ( $q_3$  dan  $q_2$  gacha) yangi quvvatlarni ishga tushirish, korxona ochish, ularning bozorga sotuvchi sifatida chiqishi va zaxiralarni chiqarish orqali taklifning ko'payishiga olib keladi.

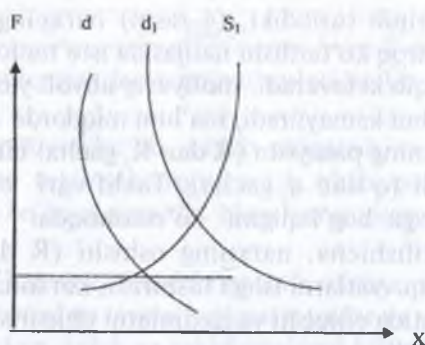
Narxning pasayishida esa, bu holatning teskarisi ro'y beradi. Shuni esda tutish lozimki, dd va SS egri chiziqlari yig'indisi haqiqiy talab, taklif va narxlarni bildirmaydi. Faqat ularning aniq imkoniyatlari hajmini ko'rsatadi. Ularning haqiqiy ahamiyatlari egri chiziqlar kesishayotgan E nuqtasiga intiladi, ana shunda talab va taklif bir xil miqdordagi tovar birligiga teng bo'ladi va muvozanatga erishadi. Haqiqatda narxning  $R_1$  darajasida taklif  $q_2$  talab  $q_1$  dan yuqoridir. Bu holatda sotishga chiqarilgan bir qism tovar xarid qilinmaydi, tovar yetkazib beruvchilar orasidagi raqobat kurashi mexanizmi orqali narxning pasayishiga olib keladi (Misol- $R_2$  gacha). Natijada talab  $q_4$  taklif  $q_3$  dan oshib ketadi. Bozorda tovar yetishmovchiligi kelib chiqadi. Uning sababi erkin raqobatdagi narx o'sishi bo'ladi. Narx, taklif va talab orasidagi qarama-qarshiliklar E nuqtasida yechiladi. Chunki muvozanatlashgan raqobatli R narx unga mos keladi. Ammo haqiqatda E nuqtasi doimiy harakatda talab va taklif egri chiziqlarning koordinat uchi atrofidagi tekislikda siljishlari bilan birga bo'ladi.

Buning iqtisodiy ma'nosi shundaki, har xil teng sharoitlar deb atalgan qoida, haqiqatda talab va taklifga ko'p omillar ta'siri natijasida o'zgarib turadi, keyingi chizmada (5-rasm) talabning o'sishi iste'molchi kompaniyalar uyg'unlashgan(jami) talab qobiliyatlarining oshishiga bog'liqligi ko'rsatiladi.

Yangi egri chiziqlar d,d<sub>1</sub> iste'molchining paydo bo'lishi bilan har bir narx o'zgarishi ilgariga qaraganda ko'proq tovar olish qobiliyatini bildiradi. Bunda taklifga tashqi omillar ta'siri bo'lmaganligi uchun uning egri chizig'i o'z holicha qoldi va bozorda muvozanat buzildi.

Yangi muvozanat E nuqtasida o'rnatilishi shart (narx  $R_1$  va  $q_1$  con). Chunki o'sha yerda o'zgargan talab egri chizig'i va "o'zgarmagan taklif chiziqlari kesishadi. Bu holda bir vaqtning o'zida "narx-talab aloqasi" (narxning oshishi sotib olishni kamaytiradi) va boshqa aloqa- "talab-narx" (to'lov qobiliyatli talabni ko'payishi tovar narxini oshiradi) ishga tushadi.

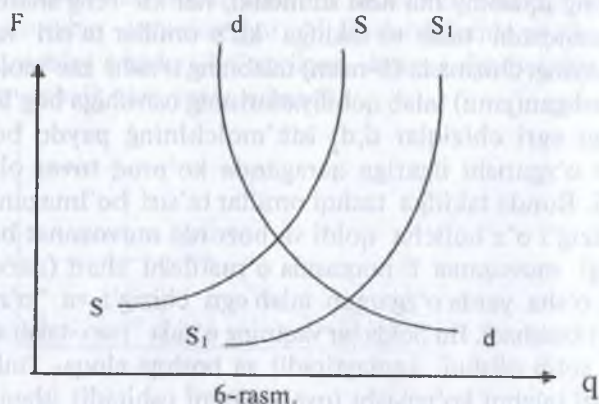




5-rasm. Talab egri chizig'ining siljishi.

Oxiridagi aloqaning ta'siri kuchayadi va sotish narx oshishiga qaramay ko'payadi. Shu bilan birga bu yerda teskari (manfiy) aloqa - "narx - talab" ham qatnashadi. U esa tovar sotib olishni  $q_2$  darajasiga yetkazishga ( $q_1$  dan ko'p) to'sqinlik qiladi.

Narxning oshishi sotuvchilar tomonidan bozorga ko'proq tovar chiqarishni rag'batlantiradi. Chizmada (4-rasm) ko'rsatilgan taklifning egri chizig'i holati shuni ko'rsatadiki, tovarlar sotilishining ko'payishi zaxiralar hisobiga emas, balki ishlab chiqarish xarajatlarining kamayishiga bog'liq. Endi bozordagi muvozanatning buzilishiga sabab bo'lgan taklif bo'lishini ko'ramiz (5-rasm). Bu holat yangi xomashyo bazalarini ishga tushirish yoki boshqa omillar ta'sirida mehnat unumdorligining oshishi orqali vujudga kelishi mumkin. Chizmada (6-rasm) bu jarayon taklif egri chizig'ining o'ng tomonini pastga, yangi muvozanat nuqtasiga siljishi va unga ancha past narx va sotishning o'sish darajasi to'g'ri kelishini ko'rsatadi.

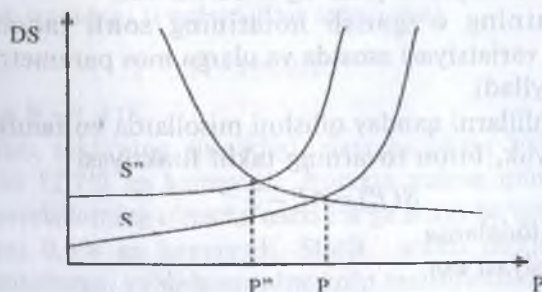


Egri chiziqlarning  $SS$  dan  $S_1, S_2$  holatiga siljish jarayonida raqobat qilayotgan ishlab chiqaruvchilar bankrotlikka uchraydi. Ammo, yuqori mehnat unumdorligiga erishayotgan korxonalar o'z raqiblari tovarlari o'rnini juda qiyinchilik bilan tugatadilar. Natijada bozorda nisbatan past muvozanatlashgan baho o'rnatiladi, tovar ishlab chiqarishi pasaygan ijtimoiy jarayonlarni o'zida aks ettiradi. Umumxo'jalik konyunkturasi tashkil qilishda davlat miqyosidagi jami uyg'unlashgan talab va taklif tushunchalari ishlatiladi.

Jami talab-bu ichki talab va eksport (tashqi talab) ichki talab davlatning iste'mol tovarlari, xizmatlar, joriy iste'mol uchun olinadigan uskunalari va ishlab chiqarish tovarlari (xom ashyo, ayrim tayyor mahsulotlar, yonilg'i va boshqalar) ni o'z ichiga oladi. Jami talab omillari shaxsiy iste'mol, yalpi investitsiyalar- asosiy kapitalni yangilash va ko'paytirishga, talab, xorijiy ishlab chiqarish darajasi, xomashyo va yarim tayyor mahsulotlarga talab eksport. Jami (uyg'unlashgan) taklif-mamlakatga ishlab chiqilgan tovarlar, xizmatlar va import (tashqi taklif). Jami taklif omillari bo'lib ishlab chiqarish salohiyati mehnat resurslari va ularning malakasi, fundamental va amaliyot ilmiy-tadqiqotlari (NIOKR), import hajmi va tarkibi hisoblanadi.

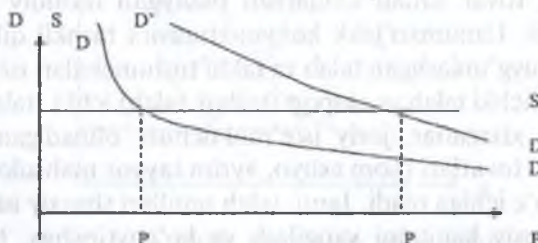
Bozor hajmi bir yilda mamlakat milliy bozorlarida sotilgan (fizik yoki qiymat ifodada) tovarlar yoki iste'mol qilingan tovar va xizmatlar bilan aniqlanadi. Bozor hajmi — milliy ishlab chiqarish hajmi+import, hajmi-eksport hajmi formulasi bilan topiladi.

Yangi tejamli texnologiyalarni ishlab chiqarish, maxsus davlat million (komersant) savdogarlari dotatsiyalarining ajratilishi sababli kam xarajat mahsulot ishlab chiqarishni avvalgi hajmlarda saqlab turiladi. Shunday sharoitda taklif egri chizig'i mahsulot ishlab chiqarishni avvalgi hajmlarida saqlab turiladi. Shunday sharoitda taklif egri chizig'i chap tomon yuqoriga siljiydi ( $S''$ 7- rasm) hamda muvozanatli narx kamayadi ( $R'' < R$ ).



7-rasm. Yangi texnologiyalar dotatsiyalar taklif chizig'ini siljiydi, muvozanat narxi kamayadi.

Tanho huquqli bozor maxsus holatida, taklif amaliyotda narxdan bog'liq bo'lmagan holda (elastiklik bo'lmaganda) yoki narxning o'sishiga talab kamayadi. Bunday holatda muvozanat narxining o'zgarishi talabning o'zgarishiga bog'liq bo'lib qoladi (8-rasm).



8-rasm. Bozorning tanho huquqligida taklif amalan narxga bog'liq emas.

Yuqorida keltirilgan tahlil yana umumiyroq holni ko'rishga yordam beradi, ya'ni bir necha faktorlarni muvozanat narxiga ta'rif etishini: masalan, iste'molchilarning foydalari ustida, qo'shimcha dotatsiyalar ajratishda yana ishlab chiqarish korxonasiga maxsus sharoitlar yaratishda. Bunday holdagi qarama-qarshi tendensiyalar (narxning o'sishi yoki kamayishi) o'z-o'zini o'chirib, narxning barqarorligi saqlanib qolinadi.

Agar iste'molchilarning daromadi o'sishi o'rinli bo'lib, korxonaning shart-sharoiti yaxshilanmasa, bu holatda narxni nazorat qilib bo'lmaydi, bu holat talabning inflatsiyasi deyiladi (demendpull inflation).

Agar iste'molchilarning daromadlari amalga oshmasdan, ishlab chiqaruvchilarning xarajatlari oshib borsa, inflatsiyaning boshqa holati: xarajatlar inflatsiyasi (cost - pushinflation) hisoblanadi.

Real sharoitlarida inflatsiyaning har xil o'zaro sabablari va inflyatsion holatlar klassifikatsiyalari juda og'ir bo'lishadi.

Muvozanatning o'zgarish holatining sonli tadqiqotini tashqi sharoitlarning variatsiyasi asosida va ularga mos parametrlar solishtirish statistikasi deyiladi.

Bunday tahlillarni qanday qilishni misollarda ko'ramiz.

Faraz qilaylik, biron tovarning taklif funksiyasi

$$S(P) = 4P - 3$$

formula bilan ifodalansa.

Talab funksiyasi esa

$$D(P) = \frac{10}{P} \quad \text{ga teng bo'lsin.}$$



$$4P - 3 = \frac{10}{P}$$

Tenglamaning yechimi esa muvozanat narx (R) ga teng. Ma'ulmki, muvozanat narxi  $R=2$  ga va mahsulotni sotiladigan hajmi  $Q=10$  ga teng.

Avval faraz qilaylik iste'molchilar daromadi 10 % oshganda talab funksiya quyidagi ko'rinishni qabul qiladi.

$$D_1(P) = \frac{11}{P}$$

Yangi muvozanat narxi quyidagi tenglamani qanoatlantiradi.

$$4P - 3 = \frac{11}{P}$$

bundan, yangi muvozanat narxi teng bo'ladi

$$P_1 = 2,075$$

Shunday qilib, agar iste'molchi daromadi 10% ga oshganda, muvozanat narxi 4% ga oshdi. Bu holda muvozanat narxning elastikligi daromad bo'yicha taxminan

$$E_{pi} \approx 0,4$$

ga teng bo'ladi, ya'ni o'rtacha daromad 1% ga o'sganda narx 0,4% ga o'sadi.

Shu misolda shunday holni ko'ramizki, agar talab funksiyasi o'zgarmasdan qolib, lekin shu mahsulotlarni ishlab chiqarishda sarflanadigan xomashyoga, materiallarga narx kamaysa, bu holda taklif funksiya quyidagicha yoziladi.

$$S(P) = 5P - 3$$

Muvozanat narx quyidagi tenglamadan aniqlanadi.

$$5P - 3 = 10/P$$

bu tenglamadan  $P_2 = 1,475$

Shunday qilib, taklifning elastikligi narx bo'yicha 20% ga deganda muvozanat narxi 12,7% ga kamayadi. Bundan xulosa qilish mumkinki, xomashyo va materiallarning o'rtacha narxi 1% ga arzon bo'lganda, mahsulot muvozanat narxi 0,6% ga kamayadi. Statik solish usulini, yana ham murakkabroq holatlarga, ya'ni bozorning ko'p mahsulotlariga muvozanati haqida so'z yuritganda foydalaniladi. Shu usul, davlat tomonidan

iqtisodiyotni boshqarishda o'tkazadigan tadbirlarning effektivligi va ta'sirchanligini baholashga yordam beradi.

### **Tayanch iboralar**

Bozor konyukturasi, talab va taklif muvozanati, baholar darajasi, bozor hajmi, mamlakat holati, dinamika, mikro va makroiqtisodiy ko'rsatkichlar, yalpi milliy mahsulot, bozor muvozanati, narx, pul, yangi texnologiyalar, dotatsiya, inflatsiya.

### **Xulosa**

Bozor konyukturasi mamlakat iqtisodiy holatiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq. Tovarlar va xizmatlar sotilishidagi imkoniyatlarni ifodalovchi iqtisodiy shart-sharoitlar majmui — bozor konyukturasini bildiradi. Konyuktura axborotnomasi — konyukturaning tahlil shakli hisoblanadi. Konyukturani tahlil etish makroiqtisodiy va mikroiktisodiy ko'rsatkichlarga asoslanadi. Bunda yangi tushuncha bozor muvozanati tushunchasida ahamiyat berish kerak. Bozor muvozanati — talab va taklif bir-biriga, narsa esa tovar qiymatiga yoki ishlab chiqarish bahosiga teng holatini bildiradi. Taklif va talab modelini grafik usulda ko'rsatilishi mumkinligi yangi vizual xulosalarga keltiradi, bu qiymatlarni matematik formulalar bilan ham hisoblash mumkin.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Bozor konyukturasi deganda nimani tushunasiz?
2. Konyuktura axborotnomasi qanday hujjat?
3. Yalpi milliy mahsulot nimalarni o'z ichiga oladi?
4. Bozor muvozanati nimaga bog'liq?
5. Taklif deganda nimani tushunasiz?
6. Talab deganda nimani tushunasiz?
7. Yangi texnologiyalar, dotatsiyalar taklif chizig'ini siljitadimi?
8. Yangi texnologiyalar, dotatsiyalar narxni ko'paytiradimi?
9. Bozorning tanho huquqligida taklif narxga bog'liqmi?
10. Muvozanat narxi tenglamaning yechimiga tengmi?

## § 23. ISHLAB CHIQUARISH VA ISHLAB CHIQUARISH FUNKSIYALARI

### 23.1. Ishlab chiqarish funksiyalari.

### 23.2. Izokvanta va uning xossalari.

### 23.1. Ishlab chiqarish funksiyalari.

Ishlab chiqarish va ishlab chiqarish funksiyalari tushunchalari, tabiiy, material-texnikaviy va intellektual resurslardan foydalanib materiallarni va materialli bo'lmagan boyliklarni tayorlashiga deyiladi.

Ishlab chiqarish vositalarining rivojlanishi va insonni o'zining ham shu davrda rivojlanishi ustun bo'lishi, ishlab chiqarish kuchlarining tarixiy tuzilishi — bu unumdorlik kuchlari, material texnikaviy elementlari hisoblanadi. Bu esa kapital davriga mos keladi.

Hozirgi zamonda bilim, texnologiyalar, insonning intellektual resurslari hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bizning davrimiz — informatizatsiya davri, unumdorlik kuchlarga ilmiy texnikaviy elementlarning hukmronlik qiladigan davri hisoblanadi. Bilimlarga ega bo'lish, yangi texnologiyalarni ishlab chiqarishga qo'llash hal qiluvchi ahamiyatga ega. Jamiyatni yaqqol informatizatsiyalash, rivojlangan davlatlar asosiy masalasi qilib qo'yilgan. Juda katta tezlikda jahon kompyuter to'rt tizimi — Internet o'sayapti.

Ishlab chiqarish umumiy nazariyasining odatiy rolini, materiallarni ishlab chiqarish protsessi nazariyasi bajaradi, bu esa ishlab chiqarish resurslarini mahsulotga aylantirish jarayoni, deb qabul qilinadi. Mehnat (L) va kapital(K) ishlab chiqarishning asosiy resurslari hisoblanadi. Ishlab chiqarish usuli yoki mavjud bo'lgan ishlab chiqarish texnologiyasi asosida mehnat va kapitalni berilgan soniga ko'ra kerakli hajmda mahsulot ishlab chiqarishi mumkin. Matematik tarzda mavjud texnologiyalar ishlab chiqarish funksiyasi orqali ifodalanadi. Agar ishlab chiqaradigan mahsulotni y orqali ifodalasak, bu holda ishlab chiqarish funksiyasi quyidagicha yoziladi:

$$y = f(K, L)$$

Bu model orqali ishlab chiqarish hajmini ifodalasak, kapital soni va mehnat soni funksiyasi ekanligini ko'rsatadi. Ishlab chiqarish funksiyasi



hozirgi vaqtda mavjud bo'lgan texnologiyalarni ifodalaydi. Agar eng yangi texnologiya yaratilsa, mahsulot ishlab chiqarish hajmi oshadi, bir xil kapital sarflansa. Shunday qilib, texnologiya o'zgarsa, ishlab chiqarish funksiyasi ham o'zgaradi.

Metodologik tomondan ishlab chiqarish nazariyasi iste'mol nazariyasiga simmetrik. Lekin, agar iste'mol nazariyasida asosiy kategoriyalar faqat subyektiv o'lchansa, yoki umuman o'lchamga ega bo'lmasa, ishlab chiqarishning asosiy kategoriyasining nazariyasi obyektiv asosga ega bo'lib, ularni aniq tabiiy yoki qiymat birligida o'lchanadi.

«Ishlab chiqarish» tushunchasi juda keng ma'noga ega bo'lib, chalkash bo'lib lekin aniq hayotda «Ishlab chiqarish» ma'nosiga, ham korxona va qurilish, va qishloq xo'jalik fermasi, transport korxonasi milliy iqtisodiyot, shunga qaramasdan iqtisodiy-matematik modellashirish esa, bu hamma obyektlarga umumiylikini ifodalaydi.

Shu umumiylik, boshlang'ich resurslarni o'zgartirish jarayoni bo'lib (ishlab chiqarish faktorlarni) oxirgi natijani mahsulotga aylantiradi. Iqtisodiy obyekt tasvirining asosiy va boshlang'ich tushunchasiga ko'ra «texnologik usul» ko'pincha, vektor ko'rinishda xarajat — ishlab chiqarish, o'ziga kiritadigan xarajat qilingan resurslar (vektor  $X$ ) va o'zgarish natijalarning ma'lumotlarini tayorlangan mahsulotlarga yoki boshqa xarakteristikalariga (daromad, rentabellik va boshqalar) (vektor  $u$ ):

$$V = (x; y);$$

$x$  va  $y$  vektorlarning o'lchamlari (va ularni o'lcham usullari tabiiy yoki birlik qiymati) o'rganilayotgan muammo bog'liq yoki boshqa iqtisodiy rejalashtirish va boshqarish masalasi bo'la oladi. Vektorlar majmuasi-texnologik usul ishlab chiqarish protsessini biron obyektga real qo'llanishi, bu obyektning texnologik « $V$ » majmuasi hisoblanadi.

Aniqlik uchun  $x$  va  $u$  vektorlarning o'lchovlari  $M$  va  $N$ -ga teng deb qabul qilamiz. Shunday qilib, texnologik usul  $(M+N)$  o'lchovli vektor va texnologik to'plam  $V \subset R$  bo'ladi.

Obyektga amalga oshiradigan texnologik usullar orasida ma'lum o'ringa ega bo'lgan va boshqalardan farqli bo'lib kamroq xarajat qilib, aniq hajmda mahsulot ishlab chiqaradigan yoki eng ko'p mahsulot ishlab chiqaradigani aniqlanadi.

Vektor  $g^{(1)} = (x^{(1)}, y^{(1)})$  afzalroq  $g^{(2)} = (x^{(2)}, y^{(2)})$  vektordan hisoblanadi, agar  $g^{(1)} > g^{(2)}$  hamda, agar quyidagi shartlar bajarilsa:

$$1. y_i^{(1)} \geq y_i^{(2)}; (i=\overline{1, M});$$

$$2. X_j^{(1)} \leq X_j^{(2)} (j=\overline{1, N});$$

Texnologik usul  $V$  effektiv hisoblanadi, agar u  $V$  to'plamga kirs, va boshqa vektor yo'q  $\bar{v} \in V$  ki u  $V$  - dan afzalroq bo'lsa.

Effektiv texnologik to'plam tushunchasi yordamida ishlab chiqarish funksiyasining (IF) tasviri ko'rinishida aniqlash mumkin:

$$y = f(x), \text{ bunda } V = (X; y) \in V,$$

$V$ -effektiv to'plam;

To'plam  $f(x)$ , bittadan ko'p nuqtani qamraydi. Ishlab chiqarish funksiya rejali hisoblashlarda foydali apparat hisoblanib, hozirgi zamonda ishlab chiqarish funksiyalarni tuzishiga esa statistik usullar qo'llaniladi. Bunday funksiyalarda bir necha parametrlar qatnashadi va ularni matematik statistika usullari yordamida aniqlash yaxshi natijalar beradi.

Ishlab chiqarish funksiyalari orasida amaliyotda ko'proq quyidagi chiziqli ishlab chiqarish funksiyalaridan foydalanadilar:

$$y = a_0 + \sum_{j=1}^n a_j x_j;$$

ularning koeffitsiyentlarini statistik usullar yordamida baholash mumkin.

Yana amaliyotda ko'rsatkichli funksiyalardan foydalanish mumkin, agar ularni logarifmlab chiziqli ko'rinishga keltirilsa:

$$y = a_0 \prod_{j=1}^n x_j^{a_j};$$

Ishlab chiqarish funksiyalarini  $X$  to'plamining har bir nuqtasida differensiallanuvchiligini, xarajatlanadigan resurslarning kombinatsiyasini nazarga olgan holda, ishlab chiqarish funksiyalarga bog'liq bo'lgan foydali miqdorlarini ifodalaymiz.

Xususiyl holda,

$$dy = \sum_{j=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_j} dx_j;$$

bu differensial, ishlab chiqaradigan mahsulot tannarxining o'zgarishini ifodalaydi, agar  $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$  resurslar xarajatlaridan,  $x+dx=(x_1+dx_1, \dots, x_n+dx_n)$  to'plamga o'tganda, effektiv texnologik usulning hissalarini saqlangan shartda.



hozirgi vaqtda mavjud bo'lgan texnologiyalarni ifodalaydi. Agar eng yangi texnologiya yaratilsa, mahsulot ishlab chiqarish hajmi oshadi, bir xil kapital sarflansa. Shunday qilib, texnologiya o'zgarsa, ishlab chiqarish funksiyasi ham o'zgaradi.

Metodologik tomondan ishlab chiqarish nazariyasi iste'mol nazariyasiga simmetrik. Lekin, agar iste'mol nazariyasida asosiy kategoriyalar faqat subyektiv o'lchansa, yoki umuman o'lchamga ega bo'lmasa, ishlab chiqarishning asosiy kategoriyasining nazariyasi obyektiv asosga ega bo'lib, ularni aniq tabiiy yoki qiymat birligida o'lchanadi.

«Ishlab chiqarish» tushunchasi juda keng ma'noga ega bo'lib, chalkash bo'lib lekin aniq hayotda «Ishlab chiqarish» ma'nosiga, ham korxona va qurilish, va qishloq xo'jalik fermasi, transport korxonasi milliy iqtisodiyot, shunga qaramasdan iqtisodiy-matematik modellashtirish esa, bu hamma obyektlarga umumiylikini ifodalaydi.

Shu umumiylik, boshlang'ich resurslarni o'zgartirish jarayoni bo'lib (ishlab chiqarish faktorlarni) oxirgi natijani mahsulotga aylantiradi. Iqtisodiy obyekt tasvirining asosiy va boshlang'ich tushunchasiga ko'ra «texnologik usul» ko'pincha, vektor ko'rinishda xarajat — ishlab chiqarish, o'ziga kiritadigan xarajat qilingan resurslar (vektor  $X$ ) va o'zgarish natijalarning ma'lumotlarini tayorlangan mahsulotlarga yoki boshqa xarakteristikalarga (daromad, rentabellik va boshqalar) (vektor  $u$ ):

$$V = (x; y);$$

$x$  va  $y$  vektorlarning o'lchamlari (va ularni o'lcham usullari tabiiy yoki birlik qiymati) o'rganilayotgan muammo bog'liq yoki boshqa iqtisodiy rejalashtirish va boshqarish masalasi bo'la oladi. Vektorlar majmuasi-texnologik usul ishlab chiqarish protsessini biron obyektga real qo'llanishi, bu obyektning texnologik « $V$ » majmuasi hisoblanadi.

Aniqlik uchun  $x$  va  $u$  vektorlarning o'lchovlari  $M$  va  $N$ -ga teng deb qabul qilamiz. Shunday qilib, texnologik usul  $(M+N)$  o'lchovli vektor va texnologik to'plam  $V < R$  bo'ladi.

Obyektga amalga oshiradigan texnologik usullar orasida ma'lum o'ringa ega bo'lgan va boshqalardan farqli bo'lib kamroq xarajat qilib, aniq hajmda mahsulot ishlab chiqaradigan yoki eng ko'p mahsulot ishlab chiqaradigani aniqlanadi.

Vektor  $g^{(1)} = (x^{(1)}, y^{(1)})$  afzalroq  $g^{(2)} = (x^{(2)}, y^{(2)})$  vektordan hisoblanadi, agar  $g^{(1)} > g^{(2)}$  hamda, agar quyidagi shartlar bajarilsa:



$$1. y_i^{(1)} \geq y_i^{(2)}; (i=\overline{1, M});$$

$$2. X_j^{(1)} \leq X_j^{(2)} (j=\overline{1, N});$$

Texnologik usul  $V$  effektiv hisoblanadi, agar u  $V$  to'plamga kirs, va boshqa vektor yo'q  $\bar{v} \in V$  ki u  $V$  - dan afzalroq bo'lsa.

Effektiv texnologik to'plam tushunchasi yordamida ishlab chiqarish funksiyasining (IF) tasviri ko'rinishida aniqlash mumkin:

$$y = f(x), \text{ bunda } V = (X; y) \in V,$$

$V$ -effektiv to'plam;

To'plam  $f(x)$ , bittadan ko'p nuqtani qamraydi. Ishlab chiqarish funksiya rejali hisoblashlarda foydali apparat hisoblanib, hozirgi zamonda ishlab chiqarish funksiyalarni tuzishiga esa statistik usullar qo'llaniladi. Bunday funksiyalarda bir necha parametrlar qatnashadi va ularni matematik statistika usullari yordamida aniqlash yaxshi natijalar beradi.

Ishlab chiqarish funksiyalari orasida amaliyotda ko'proq quyidagi chiziqli ishlab chiqarish funksiyalaridan foydalanadilar:

$$y = a_0 + \sum_{j=1}^n a_j x_j;$$

ularning koeffitsiyentlarini statistik usullar yordamida baholash mumkin.

Yana amaliyotda ko'rsatkichli funksiyalardan foydalanish mumkin, agar ularni logarifmlab chiziqli ko'rinishga keltirilsa:

$$y = a_0 \prod_{j=1}^n x_j^{a_j};$$

Ishlab chiqarish funksiyalarini  $X$  to'plamining har bir nuqtasida differensiallanuvchiligini, xarajatlanadigan resurslarning kombinatsiyasini nazarga olgan holda, ishlab chiqarish funksiyalarga bog'liq bo'lgan foydali miqdorlarini ifodalaymiz.

Xususiy holda,

$$dy = \sum_{j=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_j} dx_j;$$

bu differensial, ishlab chiqaradigan mahsulot tannarxining o'zgarishini ifodalaydi, agar  $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$  resurslar xarajatlaridan,  $x+dx=(x_1+dx_1, \dots, x_n+dx_n)$  to'plamga o'tganda, effektiv texnologik usulning hissalarini saqlangan shartda.

Bu holda, xususiy hosila qiymati

$$q_j = \frac{\partial f}{\partial x_j}$$

resurslar berishining chegaraviy qiymatini ifodalaydi, ya'ni resursning j nomeri «kichik» birlikka ko'payganda, mahsulot ishlab chiqarish qanchaga o'zgarishini ifodalaydi. Kutiladigan mahsulotning o'sishi

$$\Delta_j f = q_j$$

orqali ifodalanadi va narxning yuqori chegarasi  $R_j$ - dan katta qiymatga ega

$$P_j \leq q_j$$

bu holda, qo'shimcha foyda olish mumkin.

O'zgaruvchi resursning birga o'sishida umumiy mahsulot o'sishini o'zgaruvchan resursning chegaraviy mahsuloti deyiladi. Mehnatning chegaraviy mahsuloti quyidagicha yoziladi:

$$MPL = F(K, L+1) - F(K, L);$$

bunda MRL - mehnatning chegaraviy mahsuloti

Kapitalning chegaraviy mahsuloti quyidagicha ifodalanadi.

$$MPK = F(K+1, L) - F(K, L);$$

bunda, MRK-kapitalning chegaraviy mahsuloti.

Ishlab chiqarish obyektining xarakteristikasi - bu resursning o'rtacha qayta berish kattaligini ifodalaydi (ishlab chiqarish faktorining unumdorligi)

$$m_j = \frac{y}{x_j};$$

bu ifoda yaqqol iqtisodiy ma'noga ega bo'lib, ishlab chiqaradigan mahsulotni xarajat qiladigan resurs birligining hisobida bo'lganini ifodalaydi.

Ishlab chiqarish faktori unumdorligining miqdoriga teskari qiymat resursning sig'imi deyiladi.

$$d_j = \frac{1}{m_j};$$

Ko'p foydalaniladigan va tushunarli bo'lgan terminlarga fond sig'imi, material sig'imi, energiya sig'imi, mehnat sig'imi va hokazolarning o'sishi iqtisodiyotning yomon holatini ifodalab, ularning kamayishi esa, yaxshi natijani ifodalaydi, yana amaliyotda ko'rsatkichli funksiyalardan foydalanishi mumkin, agar ularni logarifmlab chiziqli ko'rinishga keltirilsa:

$$y = a_0 \prod_{j=1}^n x_j^{a_j}$$

Ishlab chiqarish funksiyalarini X to'plamning har bir nuqtasida differensiallashuvligini, harakatlanadigan resurslarni kombinatsiyasini nazarga olgan holda, ishlab chiqarish funksiyalarga bog'liq bo'lgan foydali miqdorlarni ifodalaymiz.

Xususiy holda

$$dy = \sum_{j=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_j} dx_j$$

bu differensial ishlab chiqaradigan mahsulotni tannarxining o'zgartirishini ifodalaydi, agar  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  resurslar xarajatlaridan,  $x \in dx = (x_1 + dx_1, x_n + dx_n)$  to'plamga o'tganda, effektiv texnologik usulning xossalari saqlagan shartda.

Bu holda, xususiy hosila qiymatini

$$q_j = \frac{\partial f}{\partial x_j}$$

resurslarni berishning chegaraviy qiymatini ifodalaydi, ya'ni resursning j nomeri «kichik» birlikka ko'payganda mahsulot ishlab chiqarishi qanchaga o'zgarishini ifodalaydi, kutiladigan mahsulotning o'sishi

$$\Delta_j f = q_j$$

orqali ifodalanadi va narxning yuqori chegarasi  $p_j$  dan katta qiymatga ega

$$p_j \leq q_j$$

Differensial unumdorlikning o'rtacha unumdorlikka nisbati mahsulotni j ishlab chiqarish faktori bo'yicha elastik koeffitsiyenti deyiladi. Bu ifoda, mahsulotning o'sishiga nisbatan (protsentga) faktor xarajatini 1 % ga nisbiy o'sishiga hisoblanadi.

$$E_j = \frac{q_j}{m_j} = \frac{x_j}{y} \frac{\partial f}{\partial x_j} = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln x_j}$$

Agar  $E_j \leq 0$  bo'lganda, j iste'mol faktorining o'sishida, mahsulot ishlab chiqarish absolut ravishda kamayadi, bunday holat texnologik noqulay bo'lgan xomashyolardan foydalanishda noto'g'ri texnologiyadan foydalanishini ifodalaydi. Agar  $a < E_j \leq 1$  oraliqda o'zgarsa, keyingi



qo'shimcha sarflanadigan birlik resurs, avvalgisiga qaraganda oz qo'shimcha o'sishiga olib keladi.

Agar  $E, \geq 1$  tengsizlik o'rinli bo'lsa, o'suvchi unumdorlik kattaligi o'rtacha unumdorlikdan ustun bo'ladi.

Shunday qilib, resursning qo'shimcha birligi ishlab chiqaradigan mahsulotning hajmini nafaqat o'stiradi, balkim yana resursning berishini o'rtacha xarakteristikasini ko'paytiradi.

Masalan, fond qaytishining o'sishi jarayoni yuz beradi, agar progressiv, effektiv mashinalar va dastgohlar ishga solinsa.

### 23.2. Izokvanta va uning xossalari.

Iste'molchi talabini modellashtirishda bir xil darajali iste'molchilar boyligi kombinatsiyasining kerakligi, grafik ko'rinishda befarqlik egri chizig'i orqali ifodalanadi.

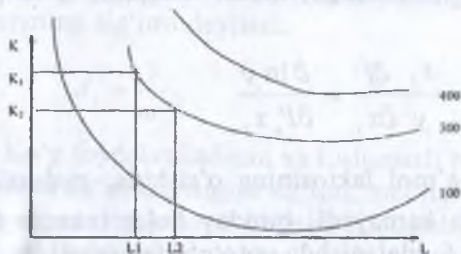
Korxonaning iqtisodiy-matematik modellarida har bir texnologiya grafik ko'rinishda nuqta orqali ifodalanadi va koordinatalari eng kichik  $K$ ,  $L$  resurslarning shu hajmli mahsulot ishlab chiqarish uchun xarajatlarini sarflanganini ifodalaydi.

Shu nuqtalarning to'plami bir xil ishlab chiqarish chizig'i yoki izokvantani ifodalaydi.

Shunday qilib, ishlab chiqarish funksiyasi grafik ko'rinishda izokvanta oilasi orqali ifodalanadi.

Koordinata sistemasi boshidan izokvanta qancha uzoqlikda joylashgan bo'lsa, shuncha katta hajmda mahsulot ishlab chiqarishni ifodalaydi.

Befarqlik egri chizig'idan har bir izokvantaning farqi shundaki u aniq bir songa teng bo'lgan ishlab chiqarish hajmini ifodalaydi. 23.1-rasmda uchta izokvanta ifodalangan bo'lib, ular mos ravishda 100, 300 va 400 mahsulot ishlab chiqarish hajmi birligini ifodalaydi.



23.1- rasm. Har xil ishlab chiqarish hajmlarga ega bo'lgan izokvantalar.

Chizmadan ma'lumki, 300 mahsulot birligini ishlab chiqarishi uchun  $K_1$  kapital birligi va  $L_1$  mehnat birligi yoki  $K_2$  kapital birligi,  $L_2$  mehnat birligi, yokim boshqa biron to'plamdagi kombinatsiyasi,  $X_2=300$  ga teng izokvanta orqali ifodalanagan.

Umumiy holda  $X$  to'plamdagi mumkin bo'lgan ishlab chiqarish faktorlar guruhi  $X_s$  to'plamostini, ishlab chiqarish funksiyasining izokvantasi har qanday  $X$   $X_s$  vektor uchun quyidagi tenglik o'rinli :

$$f(x) = C$$

Shunday qilib, izokvantaga mos bo'lgan resurslar to'plamiga teng, ishlab chiqariladigan mahsulot to'g'ri keladi.

Mahsulot ishlab chiqarish protsessida izokvanta faktorlarni o'zaro almashishi mumkinligini ko'rsatib, o'zgarmas ishlab chiqarish hajmini ifodalaydi. Shunga ko'ra resurslarni o'zaro almashuv koeffitsiyentidan foydalanib nisbiy differensialni izokvanta bo'ylab aniqlash mumkin bo'ladi.

$$dy = \sum_{j=1}^m \frac{\partial f}{\partial x_j} dx_j = 0$$

Shu tenglamadan,  $j$  va  $k$  juft faktorlarni ekvivalent almashinuv

koeffitsiyenti teng bo'ladi :

$$\gamma_{jk} = -\frac{\frac{\partial x_k}{\partial x_j}}{\frac{\partial f}{\partial x_k}} = \frac{q_j}{q_k}$$

Hosil qilingan munosiblik shuni ifodalaydiki, agar ishlab chiqarish resurslari nisbiy ravishda ishlab chiqarishning o'sish nisbatiga teng bo'lsa, bu holda ishlab chiqaradigan mahsulot soni o'zgarmasdan qoladi. Aytish kerakki, ishlab chiqarish funksiyasini bilish, resurslarni o'zaro almashish masshtabini xarakterlab ularni effektiv texnologik usullarni tanlashiga yordamlashadi.

Material-texnikaviy va intellektul resurslardan foydalanib, materiallarni va materialli bo'lmagan boyliklarni tayyorlashga ishlab chiqarish va ishlab chiqarish funksiyalari tushunchalari qabul qilinadi. Hozirgi zamonda yangi texnologiyalar va yangi informatsion texnologiyalardan foydalanib mahsulotlar ishlab chiqariladi, ishlab chiqarish funksiyalarining matematik modellari tuziladi. Resurslarni ( $K$ ,  $L$ ) bir xil hajmdagi mahsulotlarni grafik ko'rinishi izokvantalar orqali ifodalanadi. Izokvantaga mos bo'lgan resurslar to'plamiga teng ishlab chiqariladigan mahsulot to'g'ri keladi. Bozor sharoitidagi yangi tushunchalar bilan talabalar tanishtiriladi.

## **Tayanch iboralar**

Intellektual resurs, bilim, informatsion texnologiyalar, yangi texnologiyalar, ishlab chiqarish, ishlab chiqarish funksiyalari, mehnat, kapital, daromad, rentabellik, funksiyalar turlari, izokvanta.

## **Xulosa**

Material-texnikaviy va intellektul resurslardan foydalanib, materiallarni va materialli bo'lmagan boyliklarni tayyorlashga ishlab chiqarish va ishlab chiqarish funksiyalari tushunchalari qabul qilinadi. Hozirgi zamonda: yangi texnologiyalar va yangi informatsion texnologiyalardan foydalanib mahsulotlar ishlab chiqariladi, ishlab chiqarish funksiyalarining matematik modellari tuziladi. Resurslarni (K,L) bir xil hajmdagi mahsulotlarni grafik ko'rinishi izokvantalar orqali ifodalanadi. Izokvantaga mos bo'lgan resurslar to'plamiga teng ishlab chiqariladigan mahsulot to'g'ri keladi. Bozor sharoitidagi yangi tushunchalar bilan talabalar tanishtiriladi.

## **Takrorlash uchun savollar**

1. Ishlab chiqarish funksiyasini yoza olasizmi?
2. Metodologik tomondan ishlab chiqarish nazariyasi iste'mol nazariyasiga simmetrikmi?
3. Ishlab chiqarish funksiyalari deganda nimani tushunasiz?
4. Hozirgi zamonda ishlab chiqarish funksiyalarini qaysi usulda hisoblaydilar?
5. Qanday ko'rinishdagi ishlab chiqarish funksiyalarini yoza olasiz?
6. Chiziqsiz ishlab chiqarish funksiyalarining son qiymatini qanday hisoblash mumkin?
7. Mehnatning chegaraviy mahsulotini yozing (MPL).
8. Kapitalning chegaraviy mahsulotini yozing (MRK)?
9. Energiya sig'imi, mehnat sig'imi oshganda iqtisodiyotning holati qanday baholanadi?
10. Elastik koeffitsiyentning formulasini yozing.
11. Agar elastik koeffitsiyent  $\epsilon \geq 1$  — ga bo'lsa, o'suvchi unum-dorlik kattaligi o'rtacha unumdorlikdan ustun bo'ladimi?
12. Ishlab chiqarish funksiyasi grafik ko'rinishda nimani ifodalaydi?
13. Koordinata boshidan izokvanta qancha uzoqda joylashsa, bu nimani ifodalaydi?



## § 24. IZOKVANTA TURLARI, MUVOZANATGA ERISHISH JARAYONINI MODELLASHTIRISH

24.1. Izokvanta turlari.

24.2. Resurslarning optimal kombinatsiyalari.

24.3. Muvozanatga erishish jarayonini modellashtirish.

24.4. Ko'p tovarli bozor.

24.1. Izokvanta turlari.

Befarqlik egri chiziqlarga o'xshash, izokvantalar ham bir necha turlarga bo'linadi.

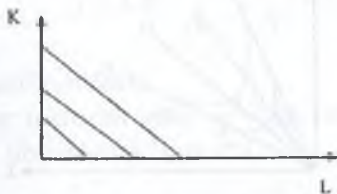
$$Y = A + b_1 k + b_2 L$$

Bunday chiziqli ishlab chiqarish funksiyasida;

$Y$  - ishlab chiqarish hajmi;

$A$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  - parametrlar;

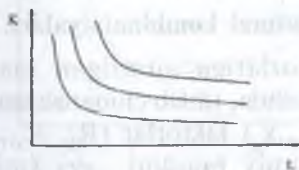
$K$ ,  $L$  - kapital va mehnat xarajatlari hamda bir resursni ikkinchisi bilan to'liq almashishda, izokvanta chiziqli formani ifodalaydi.



a-rasm. Chiziqli izokvantalar turi.

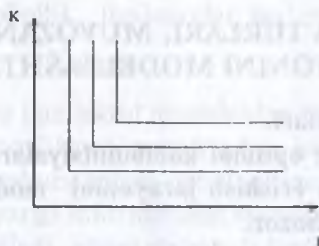
Darajali ishlab chiqarish funksiyani

$Y = AK^\alpha L^\beta$  ko'rinishi grafikda egri chiziqlar orqali ifodalanadi (b-rasm).



b-rasm. Darajali ishlab chiqarish funksiyasi izokvantalari.

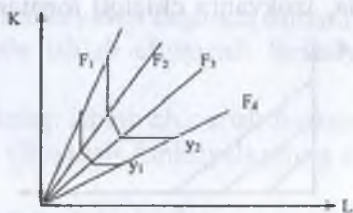
Agar izokvanta mahsulot ishlab chiqarishida faqat bitta texnologik usul qo'llanilsa, bu holda mehnat va kapitalni mumkin bo'lgan bitta kombinatsiyasi orqali ifodalanadi.



c - rasm. Mustahkam o'zaro to'ldiruvchi resurslar izokvantasi.

Amerikalik iqtisodchi olim V.V.Leontyev shunday izokvantalarni yaratdiki, u o'zi tuzgan input – output(xarajat-mahsulot) usuliga asos bo'lib, olim nomi bilan Leontyev izokvantasi deyiladi.

Shunday konfiguratsiyaga (tasvirga) ega bo'lgan izokvantalar, chiziqli programmashtirishda resurslarni optimal taqsimot nazariyasini asoslantirishda foydalaniladi. Kesmali (siniq chiziqli) izokvantalar ishlab chiqarish obyektlarning texnologik imkoniyatini aniqroq ifodalaydi.



d-rasm. Siniq chiziqli izokvantalar.

Lekin iqtisodiyot nazariyasida odatiy ravishga asosan, egri chiziqli izokvantalardan foydalaniladi, ular siniq chiziqlardan, texnologiyalar sonini ko'paytirish va nuqtalar sonini mos ravishda ko'paytirganda hosil qilinadi.

## 24.2. Resurslarning optimal kombinatsiyalari.

Ishlab chiqarish faktorlariga ajratilgan mablag'lardan optimal foydalanish masalasini yechishda, ishlab chiqarish usullaridan foydalaniladi.

Faraz qilaylik,  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  faktorlar  $(R_1, R_2, \dots, R_n)$  narxlarda sotib olinadi, mablag'ning umumiy miqdori «v» (ming so'm). Bu holda faktorlarni mumkin bo'lgan to'plami quyidagi ko'rinishda beriladi:

$$\sum_{j=1}^n P_j X_j \leq b$$

mablag'lardan to'liq foydalanishga mos bo'lgan to'plamning chegaraviy chizig'i izokosta deyiladi. Izokostaga bir xil «v» qiymatga ega bo'lgan to'plamlar mos keladi. Ajratilgan mablag'dan optimal ravishda foydalanish quyidagicha ifodalanadi; Shunday faktorlarning to'plamini aniqlash kerakki, eng katta mahsulotni cheklangan «v» moliya mablag'iga ishlab chiqarilsa. Shunday qilib, quyida masalaning yechimini aniqlash kerakki, agar iqtisodiy - matematik model quyidagicha ifodalansa:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max$$

Maqsad funksiya quyidagicha cheklanishlarda aniqlansin:

$$\sum_{j=1}^n P_j X_j = b$$

$$X_j \geq 0$$

Izlanayotgan yechimni aniqlashda quyidagi sistemadan foydalaniladi:

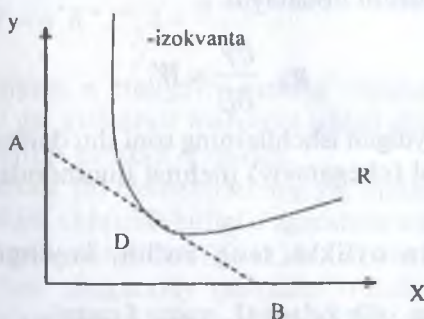
$$\begin{cases} \frac{\partial a}{\partial x_j} = \lambda P_j \end{cases}$$

$$\sum_{j=1}^n P_j X_j = b$$

$$j = \overline{1, n}$$

bunda,  $\lambda$  - Lagranj koeffitsiyenti.

Xususiy holda, agar faktorlar soni  $n=2$  ga teng bo'lsa, masala aniq geometrik ko'rinishda ifodalanadi (e rasm).



e- rasm. Resurslarning optimal kombinatsiyasi.



Bunda AV kesma izokosta, R-egri chiziq-izokvanta D nuqtada izokostaga urinadi hamda  $(X_1, X_2)$  optimal faktorlar to'plamiga mos keladi.

Masala Yuqorida ifodalangan masalaning to'liq yechimini  $n=2$  ga teng bo'lganda keltirish foydali.

Berilgan  $X_1=K$  — kapital (asosiy fondlar)

$X_2=L$  — mehnat (ishchi kuchi)

Ishlab chiqarish funksiyasi

$$y = f(K, L) \rightarrow \max$$

Resurslarning cheklanganlik sharti.

$$r \cdot K + w \cdot L = Q$$

bunda,  $r$  - mashina va dastgohlarni foydalanadigan narxi (ya'ni, kapitalni xizmati), bu esa bank protsentining normasiga teng.

$W$  - mehnat to'loyi, maosh (oylik miqdori)

Bu masala ekstremal masala bo'lgani uchun, maqsad funksiyadan  $L$  va  $K$  o'zgaruvchilar bo'yicha olinadigan xususiy hosilalar  $r$  va  $W$  ga teng bo'lish shartlari bajarilishi kerak:

Optimal sharti asosida:

$$a) \frac{\partial y}{\partial K} = r$$

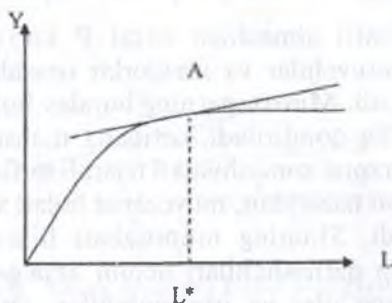
Bu shart kapitalning foydalanadigan hajmi shu darajada qabul qilishi kerakki, marginal (chegaraviy burilish nuqta) fond qaytish qiymat

$\left( \frac{\partial y}{\partial K} \right)$  norma protsentiga teng, kapitalning keyingi o'sishi effektivligini pasayishiga olib kelishini ifodalaydi.

$$B) \frac{\partial y}{\partial L} = W$$

Bu shartda ishlaydigan ishchilarning soni shu darajaga bo'lishi kerakki, shu vaqtda marginal (chegaraviy) mehnat unumdorligi

$\left( \frac{\partial y}{\partial L} \right)$  to'lanadigan oylikka teng bo'lib, keyingi ishchilar sonini ko'paytirish zararga olib keladi ( $L$  nuqta f rasm).



f - rasm. Ish bilan band bo'lganlarning optimal soni.

A nuqtadan o'tadigan to'g'ri chiziqning burchak koeffitsiyenti  $W$ -ga teng.

Masala: Zamonaviy makrodaraja tahlilida Kobba-Duglas tenglamasining ahamiyati katta, chunki uning asosida ishlab chiqarish jarayonida o'z ta'sirini ko'rsatadigan faktorlarni tahlil etish mumkin.

Masala: Kobba - Duglas masalasining ishlab chiqarish funksiyasi uchun maksimum  $y$  aniqlansin:

$$\max y = aK^{\alpha} * L^{\beta}$$

agar  $rK + wL = b$

shart bajarilsa.

Yechim uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\hat{K} = \frac{ab}{(\alpha + \beta)r}; L = \frac{b}{(\alpha + \beta)W}$$

$$\hat{Y} = a^* K^{\alpha} L^{\beta}; \lambda = \frac{\alpha + \beta}{b} y$$

ko'paytuvchi koeffitsiyent  $\alpha$  moliyaviy mablag' chegaraviy unumdorligi ko'rsatadiki, agar  $\Delta U$  ga maksimal mahsulot ishlab chiqarish  $v$  o'zgarsa,  $b$  mablag' hajmi «kichik» birlikka o'sganda.

Kapital ( $\alpha$ ) va mehnat ( $b$ ) elementlarining yig'indisi, ya'ni chegaraviy mahsulot (otdacha) ishlab chiqarish birligi o'zgarishida elastiklar yig'indisini ifodalaganda, resurslarning xarajatlari ( $KvaL$ ) bir xil son birligida o'sganda.

Agar  $\alpha + \beta > 1$  bo'lsa, chegaraviy mahsulot o'sadi, agar  $\alpha + \beta = 1$  da chegaraviy mahsulot o'zgarmaydi, agar  $\alpha + \beta < 1$  bo'lsa, chegaraviy mahsulot kamayadi, ishlab chiqarish funksiyasining qavariqligi yuqorida bo'ladi.

### 24.3. Muvozanatga erishish jarayonini modellashtirish.

Muvozanat adolatli almashish narxi  $P$  ko'rinishda ifodalanishi mumkin, bu narx sotuvchilar va xaridorlar orasidagi ko'p sonli bitim natijasida hosil qilinadi. Muvozanatning bunday holati ajoyibligi shunda kim, unda talab to'liq qondiriladi, ortiqcha mahsulot ishlab chiqarish bo'lmaydi hamda korxona xomashyolari tejamlil sarflanadi. Shunday qilib, ishlab chiqarish nuqtai nazaridan, muvozanat holati xomashyo resurslarini tejashiga mos keladi. Shuning munosabati bilan muvozanat holati bozorning ikki guruh qatnashchilari uchun amalga oshiruvchi bo'ladi: bular ishlab chiqaruvchilar va iste'molchilar, shuning uchun asosiy maqsad jarayonni narx orqali tartibga solinadi.

Qoidaga binoan raqobatli iqtisodiyotda kelishishsiz muvozanatga erishish, bu tartibsiz jarayon bo'lib, har bir narxga asoslanib, muvozanatdan oshuvchi, sotiladigan mahsulot soni, taklif qiladigan sotuvchilar, iste'molchilarning talablaridan oshadi, bu holda narxning pasayishiga ta'sir qiladi, ba'zi sotuvchilar o'z tovarlaridan qutilish uchun amaldagi narxga (qiymat narxga) qarshi harakat qiladilar, shunga o'xshash ifodalash mumkin; muvozanat darajasidan pastroq narxga ham bu ta'sir etib, narxni yuqoriga ko'taradi.

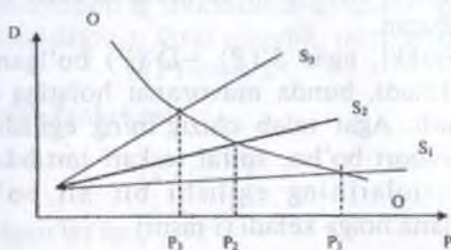
Sotadigan mahsulotga stabil narxga asoslanib hosil bo'lgan va rasmiylashtirilgan talab, ya'ni vaqtga bog'liq bo'lmagan talab funksiyasi  $D(R)$  berilgan holda,  $A$  Marshalga ko'ra bozor muvozanatining uch ko'rinishi mavjud.

A) Lahzali muvozanat shunday holatga keladiki, taklif belgilangan ( $S_1(P)=\text{CONST}$ ), ya'ni tovarlarni ishlab chiqaruvchilar ishlab chiqarishni kengaytirishiga tayor emas yoki kengaytira olmaydilar; bunday holda muvozanatga erishiladi  $P$  ma'lum  $P_1$  yuqori narxda, bu esa ishlab chiqaruvchilarning keyingi harakatlarini rag'batlantiradi.

B) Fursatli muvozanat vujudga keladi, agar mavjud bo'lgan resurslar harakatga solinsa (ozod ishlab chiqarish quvvat) va taklif bir qanday oshirilsa  $S_2(P)>0$ , muvozanat narx  $P_2$  bunday holatda  $P_1$  dan pastda bo'ladi, lekin baribir yuqorida joylashgan bo'ladi.

V) Uzoq muddatli normal muvozanat holati qaror topadi, agar hamma ishlab chiqaruvchilar ishlab chiqarishda qatnashsa; hamda korxonaning xo'jalik faoliyatini qayta ko'rinadigan holda. Taklif funksiyasi  $S_3(P)$  bu holda ham o'suvchi va muvozanat narx  $P_3$ , korxonaning normal xarajatlariga mos (g-rasm).





g-rasm. Uzoq muddatli bozor muvozanati.

Taxminlanadiki, savdo kunining  $t$  boshlanishida,  $P_t$  tovarning boshlang'ich narxi aniqlangan bo'lib, taklif hajmini to'liq ifodalaydi.

$$S_t = S(P_t)$$

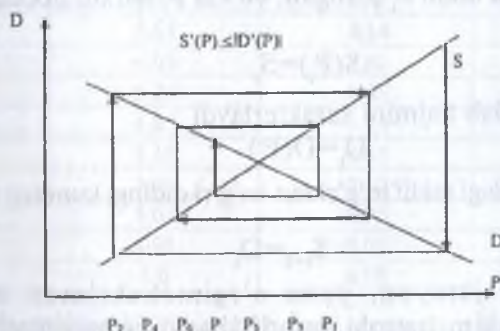
Keyin hisoblanadiki, ko'p oralig'ida hamma takliflanadigan tovar  $P_{t+1}$  narxda sotiladi, bu esa vaqtincha muvozanat shartidan aniqlanadi.

$$D(P_{t+1}) = S_t$$

ya'ni, keyingi kunning sotiladigan boshlang'ich narxi hisoblanadi va hokazo.

Ifodalangan protsessning geometrik tasviri muvozanatga yaqinlashadi (h rasm) bu esa o'rgimchak uyasini eslatadi, shuning uchun modelning o'zi o'rgimchakli deyiladi.

Ifodalash mumkinki, ko'rsatilgan bozor jarayonining yaqinlashishi kafolatlanadi, agar quyidagi shart bajarilsa.

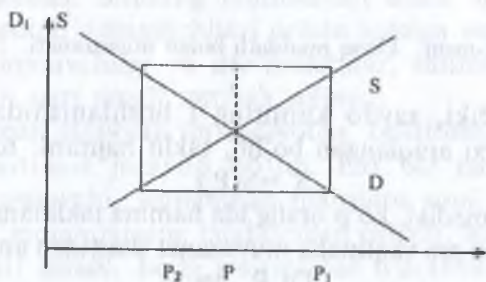


h-rasm. O'rgimchakli model.

Oxirgi ifodalaydiki, yaqinlashishda yetarli holat hisoblanadi, agar marginal taklif, marginal talabdan oshmasa, boshqacha aytganda ishlab chiqaruvchining musbat ta'siri narxning oshishiga shunchaki, ahamiyatli,

iste'molchining yomon ta'siri, ya'ni bu protsess aktiv bo'lmagan ishlab chiqaruvchilarga nisbatan.

Esda saqlash kerakki, agar  $S'(P) = D'(P)$  bo'lganda «cho'chqali sikl» holati yuzaga keladi, bunda muvozanat holatiga erishilmaydigan vaziyat vujudga keladi. Agar talab chizig'ining egilishi taklif chizig'i egilish darajasidan yuqori bo'lsa, spiral teskari tartibda buriladi. Agar talab va taklif chiziqlarining egilishi bir xil bo'lsa, bu holda o'rgimchaksimon aylana holga keladi (i rasm)



i-rasm. O'rgimchaksimon aylana model.

Muvozanat jarayoni erishishining ikkinchi modeli, ishlab chiqaruvchilarning aktiv holatlarini ifodalashga qarshi foydalanishi mumkin, ular vujudga kelgan talabga tez javob berishga tayyor.

Bunday ko'rinishdagi holat quyida sistema ko'rinishida ifodalanadi: sotiladigan  $t$  kunda taklif  $S_t$  berilgan, bu esa  $P_t$  narxni ifodalaydi, tenglama yechimiga ko'ra

$$S(P_t) = S_t$$

Bu narx esa talab hajmini xarakterlaydi

$$D_t = D(P_t)$$

keyingi savdo kunidagi taklif to'g'ridan-to'g'ri oldingi kunning talabiga bog'liq

$$S_{t+1} = D_t$$

Tasvirlangan jarayon, yana o'rgimchaksimon model orqali ifodalanishi mumkin, hattoki yetarli shartning yaqinlashishi quyidagi ko'rinishni qabul qilsa:

$$S'(P) > |D'(P)|$$

Bunday holat esa, ishlab chiqaruvchilarning kuchli ta'sirini iste'molchilarga nisbatan ifodalaydi.

Muvozanat jarayonining muhokama qilishini yuqorida ifodalangan masala asosida hisoblaymiz: faraz qilaylik, taklif funksiyasi

$$S(P) = 4P - 3$$

ko'rinishida va talab funksiyasi

$$D(p) = \frac{10}{p}$$

ko'rinishida berilgan bo'lsa.

Bu holda asosiy o'zaro munosabat quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$4p_{i+1} - 3 = \frac{10}{p_i}$$

Bundan keyingi bozor kunidagi narx, oldingi kundagi narxdan quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$D_{i+1} = \frac{2,5}{p} + 0,75$$

Tasavvur qilaylik,  $R_0$  boshlang'ich narx  $P_0 = 1,5$  ga teng bo'lsa, hisob natijalarni quyidagi jadvalda keltiramiz (G jadval).

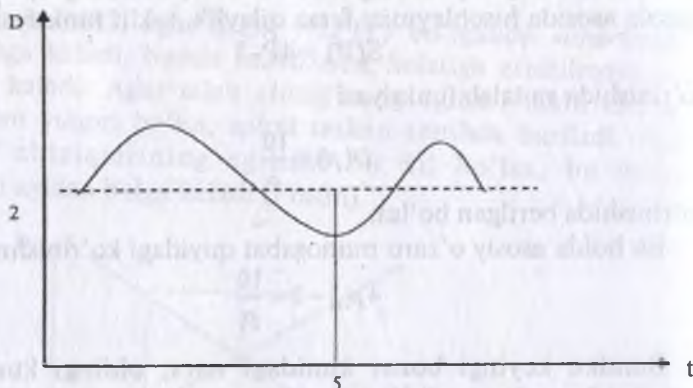
Narxning vaqt bo'yicha muvozanatga yaqinlashishi.

G-jadval.

| P    | D    | S    | E=D-S |
|------|------|------|-------|
| 1,5  | 6,67 | 3    | 3,67  |
| 2,42 | 4,14 | 6,67 | -2,53 |
| 1,78 | 5,61 | 4,14 | 1,47  |
| 2,15 | 4,65 | 5,61 | -0,96 |
| 1,91 | 5,23 | 4,65 | 0,58  |
| 2,06 | 4,85 | 5,23 | -0,38 |
| 1,96 | 5,10 | 4,85 | 0,25  |
| 2,02 | 4,95 | 5,10 | -0,15 |
| 1,99 | 5,02 | 4,95 | 0,07  |
| 2,01 | 4,98 | 5,02 | -0,04 |
| 2,00 | 5,0  | 4,98 | 0,02  |

Shunday qilib, ma'lumki, ikkinchi holatli «bozorlar» kunlari muvozanat narxga yaqinlashishi, hisoblangan  $P=2$  narxga teng bo'ladi. Jadvaldan ma'lumki, narxlarning oraliq qiymatlari navbat bilan ba'zan muvozanat narxdan katta, ba'zan undan kichik qiymatni qabul qiladi. Bunday holat jarayonning tebranish xarakteriga ega ekanligini ifodalab, kamayuvchi amplitudaga ega bo'ladi (j-rasm).





j-rasm. Muvozanat narxga yaqinlashish jarayoni.

Narxni aniqlash jarayonining qat'iy monoton xarakterga ega bo'lgan usuli bu «siypalab» aniqlash bo'lib, unga tashqi (markazlashgan) sozlash katta ahamiyatga ega. Biz shunday usulning jarayonini ko'ramizki, uni P. Samuelson ismi bilan atashadi. Bunday modelda narxning o'zgarishi  $t$  savdo kunida oshiqcha talab bog'liq bo'ladi.

$$\Delta p_t = p_{t+1} - p_t = aE_t = a(D_t - S_t) \quad (a > 0)$$

$$D_t = D(p_t); \quad S_t = S(p_t)$$

Bunda  $E_t > 0$  (talab iste'moldan katta) narx o'sadi, teskari holatda narx kamayadi. Bu jarayon yaqinlashadi  $S^1(P)$ da va  $D^1(P)$ larni xohlagan nisbatda bo'lganda.

Bu holatning eng katta ifodasini bozorda orbitor (auksioner) aniqlaydi, qolgan talab asosida  $P_{t+1}$  narxni keyingi kunda aniqlaydi, ishtirokchilar esa shu ko'rsatmaga shartsiz bo'ysinadilar. Iste'molchilar o'zlarining talablarini  $D(R)$  talab funksiyasi orqali ifodaladilar, ishlab chiqaruvchilar esa mahsulot ishlab chiqarishini mos rivishda  $S(P)$  taklif funksiyasi orqali ifodalaydilar.

Bu sxemada eng katta ahamiyatga ega bo'lgan «a» parametri hisoblanadi, chunki uning kichik qiymatida yaqinlashish jarayoni sekinlik bilan o'tadi, «a» parametrni katta qiymatida esa, jarayon muvozanatga yaqinmasligi mumkin.

Misol: bu yaqinlashish jarayonini yuqoridagi masalada ko'rib chiqamiz, agar parametr  $a=0,1$  teng bo'lsa, bu holda asosiy o'zaro munosabat quyidagicha yoziladi:

$$P_{t+1} = P_t + 0,1 \left( \frac{10}{P_t} - 4P_t + 3 \right),$$

Hisoblangan natijalarni  $R_0=1$  ga teng bo'lganda quyidagi (d) jadvalda keltiramiz.

d-jadval. Muvozanat narxini «Siypalab» P. Samuelson modeli asosida aniqlash.

| P    | D    | S    | E=D-S |
|------|------|------|-------|
| 1,5  | 6,67 | 3    | 3,67  |
| 1,87 | 5,35 | 4,48 | 0,87  |
| 1,96 | 5,11 | 4,83 | 0,28  |
| 1,99 | 5,03 | 4,96 | 0,07  |
| 2    | 5    | 5    | 0     |

Boshqaradigan bozor jarayonining xossalarini tahlil etishda modelning differensial ko'rinishini keltirish mumkin:

$$\frac{dp}{dt} = a[X(P) - S(P)];$$

Ko'p mahsulotli bozorda muvozanat holatini talab va taklif funksiyalari orqali ifodalash mumkin.

Faraz qilaylik, bozorda L xil tovarlar chiqarilgan bo'lib  $I=1, L$  ularning nomerlari bo'lsin,  $P=(P_1, \dots, P_L)$  tovarlarning narxlar sistemasi ifodalaydi,  $D_i(P)$  - talab funksiyasi,  $S_i(P)$  - taklif funksiyasi. Bu holda muvozanat tushunchasi tor ma'noda shunday holatni ko'rsatadiki, bunda talab va taklif mos kelib, tovarning hamma pozitsiyalari bo'yicha sotiladi:

$$D_i(P) = S_i(P) \quad (i=1, L)$$

Bunda  $P=(P_1, \dots, P_L)$  - teng o'lchovli narx sistemasi. Teng o'lchovli keng ma'noda shunday holatki, unda

$$D_i(P) \leq S_i(P) \quad (i=1, L)$$

Ko'p tovarlar bozorining muvozanat holati xossalari bir xil tovar bozor holatiga o'xshash. Har holda, uni sinchiklab o'rganish uchun foydali bo'ladi, agar alohida bir-birini almashuvchi va o'zaro to'ldiruvchi tovarlar bozorlari ko'rilsa, o'zaro almashuvchi tovarlar bozorida talab funksiyasi quyidagi munosabatni qanoatlantirsa:

$$\frac{\partial D_i}{\partial P_j} < 0; \frac{\partial D_i}{\partial P_i} > 0; (i \neq j); (i, j = 1, L)$$

Oxirgi shart anglatadiki, har bir tovarga narxning o'sishida, lekin boshqa tovarlarga narxning o'zgarishligida talab sektori o'zining talabini tovarga kamaytiradi, ammo bir vaqtda boshqa, ularni almashuvchi, tovarga

(mahsulotga) talab o'sadi. Muvozanatga erishish jarayoni esa, bu holda, savdo kunlarini ketma-ket o'rganishdan aniqlanadi.

Bunday holda  $(t+1)$  savdo kunining boshida

$P_i = (P_{i1}, \dots, P_{iL})$  narxlar sistemasi aniqlangan bo'lib, shu narxlarga ko'ra ishlab chiqaruvchilar bozorda o'z tovarlarini shu hajmlarda savdoga chiqaradilar.

$$S_{ii} = S_i(P_i); (i = 1, L);$$

Tovarning hammasi  $(t+1)$  savdo kuniga sotiladi va yangi narx sistemasi  $P_{i+1}$  talab funksiyasiga ko'ra aniqlanadi. Boshqacha aytganda, yangi narx sistemasi quyidagi sistemaning yechimiga ko'ra aniqlanadi:

$$D_i(P_{i+1}) = S_{ii} (i = 1, L);$$

Ma'lumki, bu jarayon muvozanat holatiga yaqinlashadi, agar quyidagi shart bajarilsa:

$$\|S^i(P)\| \leq \|D^i(P)\|;$$

bunda  $S^i(P)$ ,  $D^i(P)$  - Yakobi matritsasi mos ravishda taklif va talab funksiyalaridan matritsa birinchi tartibli xususiy hosilalardan tuzilgan.

Ketma-ket almashishga asosanib har xil tartibga solish usullarini qo'llab muvozanatga erishish mumkin, agar muvozanatga yaqinlashish o'rinli bo'lmasa, bu holda muvozanatga erishish jarayonini tezlashtirish mumkin. Ko'p hollarda yaqinlashmaslikka sabab taklifni narx bo'yicha yuqori elastikligi hisoblanadi. Bunday elastiklikni kamaytirish uchun ishlab chiqarishni kamaytirish - rag'batlantirish «usulini», ya'ni to'g'ri kompensatsiya berish yo'li bilan kam mahsulot hajmi uchun, yoki mahsulotning ko'p hajmi uchun soliqni ko'paytirish yo'li bilan maqsadga erishish mumkin.

Bir-birini to'ldiradigan holda, tovarlar va ularning bozorlarini bir-biri bog'liq bo'lmaganligini ko'rish mumkin. Bunday holda, muvozanat holati talab tomonidan shunday aniqlanadiki, o'zining daromadining qanday qismini iste'molchilar sekt. mahsulotlarni sotib olishga sarf etadi, taklif etuvchi tomondan esa bu resurslarning qanchasini mahsulot ishlab chiqarishiga sarflanishidan bog'liq ekanligi aniqlanadi.

Shunday qilib talab funksiyasi va taklif funksiyalarining muvozanatligi quyidagicha ifodalanadi, ya'ni mos ravishda

$$D = D(P, I),$$

$$S = S(P, Q)$$

Teng bo'lgan muvozanatlik sharti o'rinli.

$$9898D(P, I) = S(P, Q)$$



Bunday ko'rinishlarda esa

$P$  - tovar narxi;

$P$  - tovar muvozanat narxi;

$I$  - iste'molchining mahsulot sotib olishga sarflanadigan daromadining qismi;

$Q$  - resurslar hajmi;

$D$  - talab funksiyasi ;

$S$  - taklif funksiyasi ;

Funksiyalardan hamma xususiy hosilalar ( $P, I, Q$ ) o'zgaruvchilar bo'yicha musbat sonlarga teng bo'lib, faqat  $\partial D / \partial P < 0$  manfiy qiymatga ega

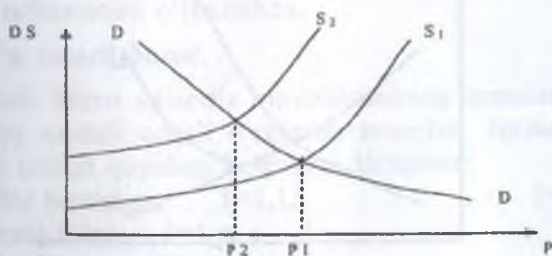
Ya'ni  $\frac{\partial D}{\partial P} < 0, \frac{\partial D}{\partial I} > 0; (*) \quad \frac{\partial S}{\partial P} > 0, \frac{\partial S}{\partial Q} > 0; (**)$

Oxirgi ifodalardan aniqlash mumkinki muvozanatli narxi  $R$  esa resurslar hajmlari  $Q$  dan va daromadlar,  $I$  - dan bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{\partial P}{\partial Q} = \frac{\partial S / \partial Q}{(\partial D / \partial P - \partial S / \partial P)} < 0;$$

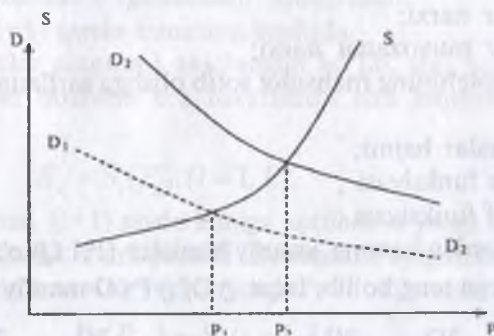
$$\frac{\partial P}{\partial I} = \frac{\partial D / \partial I}{(\partial S / \partial P - \partial D / \partial P)} > 0;$$

Shunday qilib, ishlab chiqarish ( $Q$ ) tomonidan resurslarning hajmlarini o'sishida muvozanat narxi talabni o'zgarmaslik holda ( $k$ -rasm), taklif egri chizig'i  $S_1$  resurs o'zgarmas hajmi  $R$ -ga mos.



$k$ - rasm. Resurslar o'sishi bilan muvozanat narxi  $R$  kamayadi.

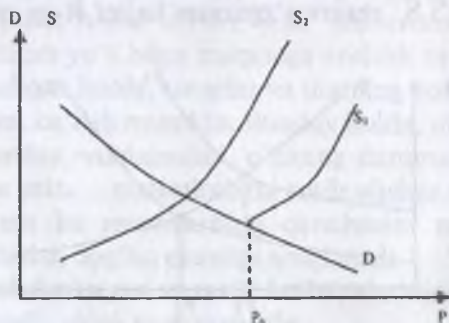
bunda  $S_2$  egri chizig'i ( $Q + \Delta Q$ ) o'sgan hajmga mos. Shunga o'xshash taklif o'zgarmay qolgan holda va iste'molchilarning talablari o'sganda, talab  $D$  egri chizig'i o'ng tomonga siljiydi hamda muvozanat narxi o'sadi ( $l$ -rasm).



1-rasm. Iste'molchilar daromadlari o'sganda talab egri chizig'ini yuqori o'ngga ko'chiradi.

Hosil qilingan natijalarni bozorsiz sozlash usullarini tuzishda foydalanish mumkinki, ular subsidiyalar va dotatsiyalarga asoslangan. Ba'zi hollarda muvozanat narxini aniqlash uchun qilingan amallarni bajarishga to'g'ri keladi.

1) Ishlab chiqarish jarayonida ishlab chiqaruvchi xarajatlarni ko'proq sarflaydigan holda, mahsulotni rentabellik chegara narxi ( $R_0$ ) dan pastroq narxga yetkaza olmaydi. Lekin bu narx juda yuqori narx bo'lib iste'molchilar uchun va talab  $P \geq P_0$  narxda ishlab chiqarish hajmi oz bo'lib, rentabellik o'rinni bo'ladi (2-rasm).

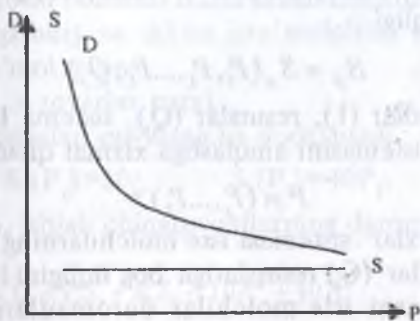


2-rasm. Ishlab chiqaruvchini dotatsiyalashi bozorni muvozanatga keltiradi.

Ma'lumki, bunday holatda, ya'ni muvozanat tor ma'noda mavjud emas, lekin keng ma'noda muvozanat,  $P > P_0$  (taklif talabdan katta bo'lgan

hol)da. Bunday holatni o'zgartirish mumkin, agar ishlab chiqaruvchi dotatsiya bilan ta'minlansa, bundan keyin taklif ( $S_1$ ) egri chizig'i chapga siljib ( $S_2$ ) holatga o'tadi va muvozanat nuqtaga yotadi.

2). Tovar ishlab chiqarish ko'p bo'lmagan tanqis (difitsit) holatda, ya'ni narxni o'sishi ahamiyatga molik emas, qariyb yo butunlay elastik bo'lmaganda, iste'molchilar tovarni xohlagan narxda sotib olishga tayyor (3-rasm.)



3-rasm. Tovar mahsuloti oz bo'lganda bozorda muvozanat yo'q, tanqislik vujudga keladi.

Ma'lumki, to'g'ri narx holatida muvozanat tor va keng ma'noda mavjud emas, bunga qarshi tovar tanqisligi o'rinli.

Muvozanatga erishish mumkin, agar ishlab chiqarishni keyin ko'targanda yoki iste'molchilarning daromadini keskin cheklash asosida, masalan pul reformasini o'tkazishda.

#### 24.4. Ko'p tovarli bozor.

Ko'p tovarli bozor iqtisodiy muvozanatining xossalarini iqtisodning quydagi yopiq modeli orqali o'rganish mumkin. Iqtisodiy-matematik model tuzish uchun quyidagi belgilarni kiritamiz:

$L$  - tovarlar bozorlari,  $I=1, L$ ;  $I=1, 2, \dots, L$ ;

$m$  - iste'molchilar,  $i=1, m$ ;

$n$  - ishlab chiqaruvchilar,  $j=1, n$ ;

$P(P_1, \dots, P_n)$  - tovarlarning narx sistemasi;

$D_i$  -  $i$  iste'molchining  $I$  tovarga talabi;

$S_{ji}$  -  $I$  tovarning,  $j$  ishlab chiqaruvchi tomonidan taklifi.

Har bir tovardan muvozanat shartlar gruppasi quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:



$$S_i = \sum_{j=1}^n S_{ji} = \sum_{i=1}^m D_{ii} = D_i, (i = 1, 2) \quad (A)$$

yuqoridagiday, talab funksiyasini narxlar sistemasi va iste'molchilar daromadlariga bog'liqligi ( $I_i$ )

$$D_{ii} = D_{ij}(P_1 P_2; I_i)$$

Taklif funksiyasi narx sistemasi va ishlab chiqaruvchining moliya resursiga ( $Q$ ) bog'liqligi :

$$S_{ji} = S_{ji}(P_1, P_2, \dots, P_L; Q_j)$$

Berilgan daromadlar ( $I$ ), resurslar ( $Q$ ), sistema  $L$  tenglamalar ( $A$ ) muvozanat narxlar sistemasini aniqlashga xizmat qiladi:

$$P = (P_1, \dots, P_L)$$

Muvozanat narxlar sistemasi iste'molchilarning mos daromadlari va ishlab chiqaruvchilar ( $Q_j$ ) resurslariga bog'liqligini ifodalash mumkin.

Keyingi xulosalarni iste'molchilar daromadlarining majmuasi mahsulotlarni sotib olishga sarflanishiga bog'liqligini ifodalaymiz.

$$\sum_{i=1}^L P_i D_i = \sum_{j=1}^L P_j \sum_{i=1}^m D_{ij} = \sum_{i=1}^m I_i = I,$$

Ishlab chiqaruvchilarning resurslari majmuasi ( $Q$ ) esa tovarlarni sotish natijasida hosil qilinadi.

$$Q = \sum_{j=1}^n Q_j = \sum_{P=1}^L P_i S_i = \sum_{P=1}^L P_i \sum_{j=1}^n S_{ji}$$

Bunda quyidagi holatlarni ko'rish mumkin :

A). Belgilangan kattaliklar majmuasi bir-biri bilan tengligi o'rinli.

$$Q=1 \quad \text{yoki} \quad \sum_{i=1}^L P_i \sum_{j=1}^n S_{ji} = \sum_{i=1}^m P_i \sum_{j=1}^n D_{ij} \quad (B)$$

Bunday holat, bozor sistemasining o'z-o'zini normal ish natijasida ta'minlashida yuzaga keladi, bunda ishlab chiqaruvchilar tomonidan pulga bo'lgan ( $Q$ ) talab esa, butunlay iste'molchilar xarajatlari ( $I$ ) hisobidan qanoatlantiradi. Tabiiy tahminlarga ko'ra, taklif va talab funksiyalariga (yuqoriga qarang) ( $A$ ) va ( $V$ ) ni nazarga olgan holda, muvozanat narxlar sistemasining aniq qiymatini o'zgarmas ko'paytmaga bera oladi, ya'ni nisbiy narxlar sistemasini ifodalaydi.

Qulaylik uchun, bironta tovar bazali deb qabul qilinadi (masalan, pul) yoki oddiy hisoblashning birligi bo'la oladi (uning narxi 1).

B) Iste'molchilar daromadi va ishlab chiqaruvchilar daromadi majmuasi bir-biriga teng emas.

$$Q \neq 1$$

Bu holda A tenglamalar sistemasi, umuman manfiy yechimga ega emas, ya'ni iqtisodiy anglaydigan muvozanat narxlar sistemasi mavjud emas.

Misol. Ikkita tovar bozorida ikkita ishlab chiqaruvchi (har biri bittadan tovar ishlab chiqaradi) va ikkita iste'molchini ko'ramizki, ular har ikkita tovarni iste'mol qilsin.

Berilgan  $P_1, P_2$  - tovarlar narxi.

1). Taklif funksiyalari quyidagicha ifodalanadi:

$$S_1(P_1) = 10P_1, \quad S_2(P_2) = 40P_2,$$

Shunday qilib, ishlab chiqaruvchilarning daromadlar majmuasi teng bo'ladi:

$$Q = P_1 S_1 + P_2 S_2 = 10P_1^2 + 40P_2^2$$

2). Talab funksiyasi quyidagicha ifodalanadi, daromadlar majmuasi:

$$I = Q = 10P_1^2 + 40P_2^2$$

Birinchi iste'molchi daromadi:  $I_1 = 0,6I$

Ikkinchi iste'molchining daromadi:  $I_2 = 0,4I$

Birinchi iste'molchining tovarga talabi quyidagicha:

$$D_{11} = \frac{0,8I}{P_1} = \frac{0,48I}{P_1}; \quad D_{12} = \frac{0,2I_1}{P_2} = \frac{0,12I}{P_2}$$

Ikkinchi iste'molchining tovarga talabi:

$$D_{21} = \frac{0,5I_2}{P_1} = \frac{0,2I}{P_1}; \quad D_{22} = \frac{0,5I_2}{P_2} = \frac{0,2I}{P_2}$$

Muvozanat sharti asosida:

$$\begin{cases} 10P_1 = 0,48 \frac{I}{P_1} + 0,2 \frac{I}{P_2} = 0,68 \frac{I}{P_1} \\ 40P_2 = 0,12 \frac{I}{P_2} + 0,2 \frac{I}{P_2} = 0,32 \frac{I}{P_2} \end{cases}$$

Bundan nisbiy muvozanat narxni aniqlaymiz:  $P_1 = 2,315P_2$

Agar ikkinchi tovarni negizli deb qabul qilsak (birlik ming so'm), tovarlar fizikaviy hajmlarini esa tonnalarda ifodalasak, bunda muvozanat holati bozorda quyidagi ko'rinishda bo'ladi :

$$\text{Narxlar : } P_1 = 2,915 \text{ m.so'm/tonna}$$

$$P_2 = 1 \text{ m.so'm/tonna}$$

Sonli qiymatlar shartli deb qabul qilingan.

Birinchi turdagi mahsulotdan ishlab chiqariladi.

$$S_1 = 29,15 \text{ tonna}$$

Ikkinchi turdagi mahsulotdan esa  $S_2 = 40$  tonna ishlab chiqariladi

Iste'molchilar mahsulotlarni quyidagi hajmlarda sotib oladilar:

$$D_{11} = 20,62 \text{ t}; \quad D_{12} = 15 \text{ t};$$

$$D_{21} = 8,59 \text{ t}; \quad D_{22} = 25 \text{ t};$$

Ishlab chiqaruvchilarning daromadlar majmuasi teng bo'ladi:

$$R = 125 \text{ mln. so'm}$$

Iste'molchilar xarajatlari esa mos ravishda teng bo'ladi:

$$I_1 = 75 \text{ mln. so'm}, \quad I_2 = 50 \text{ mln.so'm}.$$

Misol. Xulosa uchun muvozanat modelini ko'ramizki, unda ishlab chiqarish korxonalarining imkoniyatlar majmuasi (d rasm)da keltirilgan quyidagi nisbat ko'rinishida berilgan bo'lsa :

$$\frac{y_1^2}{a^2} + \frac{y_2^2}{b^2} \leq 1; \quad y_1 \geq 0, y_2 \geq 0$$

Bunda, korxona yalpi daromadini maksimallashtirishga harakat qiladi:

$$R = P_1 Y_1 + P_2 Y_2$$

Bu masalaning yig'imi quyidagi ko'rinishni qabul qiladi :

$$Y_1 = \frac{P_1 a^2}{\sqrt{P_1^2 a^2 + P_2^2 b^2}}; \quad Y_2 = \frac{P_2 b^2}{\sqrt{P_1^2 a^2 + P_2^2 b^2}};$$

Bu ifodalar taklifni narxga bog'liqligini ifodalaydi (taklif funksiyalari  $S_1$  va  $S_2$ ). Iste'molchi foydali funksiyasini maksimallashtirishga harakat qiladi.

$$U(X_1, X_2) = C_1 \ln X_1 + C_2 \ln X_2$$

Budjetni cheklangan holida :

$$P_1 X_1 + P_2 X_2 \leq 1; \quad X_1 \geq 0, X_2 \geq 0$$

Bu masalaning yechimi quyidagicha:

$$X_1 = \frac{C_1 C}{(C_1 + C_2) P_1}; \quad X_2 = \frac{C_2 I}{(C_1 + C_2) P_2}$$



Bunda  $D_1$  va  $D_2$  talab funksiyalari  
Muvozanat sharti quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\dot{Y}_1 = \dot{X}_1; \quad \dot{Y}_2 = \dot{X}_2$$

Bu tenglamalar sistemasini yechib,  $P_1$  va  $P_2$  muvozanat narxlarini aniqlaymiz:

$$P_1 = \frac{1}{a} \sqrt{\frac{C_1 I}{C_1 + C_2}}$$

$$P_2 = \frac{1}{b} \sqrt{\frac{C_2 I}{C_1 + C_2}}$$

Hamda muvozanat YE nuqtaning koordinatalarini aniqlaymiz :

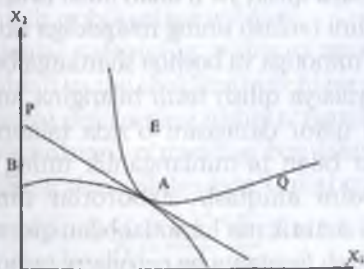
$$X_1^E = \frac{C_1 I}{(C_1 + C_2) P_1}$$

$$X_2^E = \frac{C_2 I}{(C_1 + C_2) P_2}$$

Nuqta E mumkin bo'lgan ishlab chiqarish to'plamiga o'tkazilgan urinma va eng yuqori befarq egri chizig'i, ya'ni Pareto optimumi hisoblanadi. To'plamni ajratadigan PQ to'g'ri chizig'i, narx chizig'i hisoblanadi.

Muvozanatga iste'molchi va ishlab chiqaruvchining harakati tufayli erishish mumkin.

Iste'molchi o'zining eng yuqori foydali E nuqtasini narx chizig'i bo'yicha harakat qilib erishadi, ya'ni budjet chegarasidan chiqmagan holda (4-rasm).



4-rasm. Pareto optimumi.

Ishlab chiqaruvchi o'zining eng yuqori daromadini E nuqtaga, imkoniyatli ishlab chiqarish AB chegarasidagi bo'yicha harakat qilib erishadi.

## **Bozor konyunkturasi istiqbolini aniqlash.**

Umuman, istiqbolni aniqlash (prognoz) ma'lum obyektning (jarayonining) bo'lajak holatini, ilmiy asosda obrazini yaratish demakdir. Har qanday mamlakat ichki iqtisodiy holatini va ishlab chiqarish istiqbolini belgilashda jahon bozoridagi o'zgarishlarni aniq tasavvur qilishi va baholay olish, uning progressiv tendetsiyalarga mos ilmiy - ishlab chiqarish omillarini ishga solish obyektiv zaruratdir. Tovarlar bozori istiqbolini aniqlashda quyidagi talablar e'tiborga olinishi shart.

1. Kelajakda bozor konyukturasiga ta'sir etuvchi omillarini hisobga olgan holda ilmiy asoslangan, ishonchli va tizimli yonddoshish.

2. Istiqbolni aniqlashda bir necha variantlardan foydalanish, ularning natijalari bir xil yoki yaqin bo'lishi.

3. Ishlatilgan uslublarning ilmiy asosi yetarli bo'lishi.

4. Xulosalarning aniq va ravon tilda, ayniqsa qaror qabul qiluvchilarga tushunarli ishlanganligi.

5. Bozor konyunkturasi istiqboli o'z vaqtida aniqlanishi va korxona, assotsiatsiya, kompaniya va vazirliklar ishini boshqarishda qo'llanilishi. Tovar bozorlari istiqboli, ular guruhlar, eksport yoki import mahsulotlari, bozordagi baholar va boshqalar shaklida ishlab chiqilishi mumkin. Ular qisqa (3 yilgacha), o'rta (5 yilgacha) va uzoq muddatlar (5 yildan ko'p) ga aniqlanishi mumkin.

**Jahon mamlakatlari tajribasida, obyekt (jarayon)lar istiqbolini aniqlashning** yuzdan ortiq ilmiy uslublari ishlatiladi. Ular ichida eng ko'p ishlatiladigani eksportlar orqali baholash, g'oyalar kurashi, tarixda qaytarilishini nazarda tutish, matematik, statistik, EHM yordamida modellash uslublaridir. Dinamik qatorlarni ekstropolyatsiya qilish yo'li bilan talab istiqbolini aniqlash mumkin. Istiqbolni aniqlash usulini tanlash uning maqsadiga istiqbolni ko'rish darajasini o'rganishga axborot ta'minotiga va boshqa shartlarga bog'liq.

Talabni ekstropolyatsiya qilish usuli bilangina amalga oshirish mumkin. Ekstropolyatsiya - bu qator darajasini o'zida talabning istiqbolini aniqlash amaliyotida axborotlar bilan ta'minlanganlik uning usulini tanlashga bosh sabab bo'ladi. Istiqbolni aniqlash, axborotlar dinamik qatorlarini vaqt ko'rinishida tavsiflovchi statistik ma'lumotlar bilan qisman ta'minlanadi. Bunday hollarda istiqbolni belgilash faqatgina bu qatorlarni tashqarida topish va kelajakda har xil yo'llarda amalga oshirishdir. Dinamik qatorlarning ekstropolitsiya usuli ularning xususiyatlariga bog'liq. Ko'p hollarda qondirilgan talab dinamikasi (qisqa muddatli) o'zgarmasligi bilan tavsiflanadi. Misol uchun o'tgan haftaning 7 kunida do'konda nonni sotish dinamikasi qatori quyidagicha bo'lgan.

|        |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| Kunlar | 1-   | 2-   | 3-   | 4-   | 5-   | 6-   | 7-   |
| Sotish | 2320 | 2350 | 2305 | 2340 | 2330 | 2345 | 2320 |

Bu qatorlarga baho berish shundan guvohlik beradiki, sotilgan nonga talab o'sish va kamayish tendensiyasiga bog'liq emas, aksincha, o'rtacha miqdorlar atrofida o'zgarmoqda, xolos. O'z-o'zidan ma'lumki, agarda yaqin kunlar ichida nonga bo'lgan talabning shakllanish sharti o'zgarmlasligiga biz ishonch hosil qilsak, u holda kelgusi 3-4 kun ichida nonga bo'lgan talabning istiqbolini 2330 kg ga teng deb belgilash mumkin. Buni 8,9 va 10 kunlardagi nonga bo'lgan talab orqali asoslash mumkin, chunki shu kunlari nonga bo'lgan talab hajmi 2330 kg atrofida bo'ladi.

Agarda istiqbolni belgilash davridagi talabning shakllanishini hosil qiluvchi kompleks omillar o'zgarmlasa, u holda istiqbolni belgilash o'rtacha xatosini quyidagi formula orqali hisoblash mumkin.

$$M = \pm \sqrt{q^2 / n}, \text{ bu erda } M - \text{o'rtacha xatoik}$$

**Dispersiya**,  $n$  - dinamik qatorlardagi ko'rsatkichlar soni. Bizning misolimizda 8,9,10 - kunlardagi kundalik non sotishning istiqbolini belgilash o'rtacha xatosi 15 kg ni tashkil etadi. Lekin xatoning bunday istiqbolini belgilash haddan tashqari shartli. Chunki bu holatda talab shakllanishi o'zgarmaydi degan nuqtai nazardan kelib chiqmoqda. Agarda 8-9- kunlari aholi yashash joylaridagi uning atrofidagi non bilan savdo qiluvchi do'konlar ishlamasa va faqat sotish istiqboli aniqlanayotgan do'kon ishlasa, u holda bizning hisob xato bo'ladi. Bu shartning o'zgarishi shu do'konda non sotish darajasining nihoyatda o'sishini bildiradi.

Qayishqoqlik koeffitsiyenti yordamida talab istiqbolini aniqlash mumkin. Talabning qayishqoqligi deb, uning daromad, baho va boshqa iqtisodiy omillar - ta'sirida o'zgarish qobiliyatiga aytiladi.

Qayishqoq ko'rsatkichlar talabining nisbiy o'zgarishlari va uni shakllantiruvchi nisbiy o'zgarishlari va uni shakllantiruvchi omillarning nisbiy o'zgarishlari va uni shakllantiruvchi omillarning nisbiy o'zgarishi (daromadlar, baho, ishlab chiqarish hajmi va hokazo) o'rtasidagi bog'lanishlar xizmat qiladi.

Talab qayishqoqligining daromadga bog'liqligi quyidagi tenglik orqali ko'rinishi mumkin.

$$E = \frac{\Delta Y}{\Delta x} \cdot \frac{X}{Y}$$

bu yerda:  $E$  - qayishqoqlik koeffitsiyenti;  $U$  - aholi jon boshiga talabning o'sishi;  $X$  - aholi jon boshiga daromadning o'sishi;  $\Delta Y$  - o'rtagacha jon boshiga talab miqdori;  $X$  - o'rtacha jon boshiga daromad miqdori;



Misol. Aholi jon boshiga yillik daromad 600 so'mdan to'g'ri keldi va 640 so'mgacha o'sdi, gazlamalar sotilishi esa 28 so'mdan 30 so'mgacha ko'tarildi. Bunda talabning qayishqoqlik ko'rsatkichi (koeffitsiyenti).

$$E = \frac{600}{40} \cdot \frac{2}{28} = 1.08 \quad \text{ni tashkil etadi}$$

Talabning daromaddan qayishqoqlik koeffitsiyenti daromadning 1% ga qulayligi sababli talab qancha foizga o'zgarishini ko'rsatadi. Shu usul, davlat tomonidan iqtisodiyotni boshqarishda o'tkaziladigan tadbirlarning effektivligi va ta'sirchanligini baholashga yordam beradi.

### **Tayanch iboralar**

Izokvanta turlari, ishlab chiqarish hajmi, izokosta, moliya mablag'i, Lagranj koeffitsiyenti( $\lambda$ ), mehnat to'lovi, bozor muvozanati ko'rinishlari, taklif va talab funksiyalari, ko'p mahsulotli bozor muvozanat holati, pul reformasi.

### **Xulosa**

Ma'lumki, resurslar almashtirilganda izokvanta chiziqlari formalari o'zgaradi. Iqtisodiyotda chiziqli, chiziqsiz, o'zaro to'ldiruvchi, kesmali izokvantalardan foydalanadilar. O'quvchilar grafik usuliga ega bo'lgan izokvantalarni geometrik ko'rinishlari bilan tanishadilar. Ma'lumki, mablag'larni to'liq foydalanishiga mos bo'lgan to'plamning chegaraviy chizig'i izokosta bo'ladi, ya'ni izokvantaga urinma bo'lgan to'g'ri chiziq izokosta hisoblanadi. Nuqta D ( $x_1, x_2$ ) da  $x_1, x_2$  (KL) optimal faktorlarga mos keladi. Marshalga ko'ra bozor muvozanati uch ko'rinishda mavjud: lahzali, fursatli, uzoq muddatli.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Izokvantaning qanday turlari mavjud?
2. Mablag'larning to'liq foydalanishiga mos bo'lgan to'plamning chegaraviy chizig'iga nima deyiladi?
3. Izokosta to'g'ri chiziqni yoki egri chiziqni ifodalaydi?
4. Ish bilan band bo'lganlarning optimal soni qanday aniqlanadi?
5. Uzoq muddatli bozor muvozanatini ifodalang.
6. Muvozanatning narxga yaqinlashish jarayonini grafikda ifodalang.
7. Resurslar o'sishi bilan muvozanat narxi qanday o'zgaradi?
8. Qachon pul reformasi o'tkaziladi?

## **VI. BOB. SOHALARARO BALANS.**

### **§ 25. SOHALARARO BALANS USULINING IQTISODIY-MATEMATIK MODEL.**

**25.1. Sohalararo balans negizining umumiy mazmuni.**

**25.2. Sohalararo balansning tabiiy (asl) ko'rinishi.**

**25.3. Sohalararo balansning qiymat ifodasi.**

**25.4. Sohalararo balansning iqtisodiy-matematik modeli.**

**Boshlang'ich qiymatlariga ko'ra iqtisodiy-matematik model tuzish.**

**25.1. Sohalararo balans negizining umumiy mazmuni.**

Sohalararo balansning umumiy mazmuni ishlab chiqaruvchi sohalarning oraliq va so'nggi mahsulotlarining foydalanish xarakterini ifodalaydi.

1-TA'RIF. Oraliq mahsulot deb ishlab chiqarilgan mahsulotning bir qismiga aytiladi, agar uni yana boshqa mahsulot ishlab chiqarishda foydalanilsa.

2-TA'RIF. Ishlab chiqarishda foydalanilmaydigan mahsulot tayyor mahsulot hisoblanadi, agar uni shaxsiy iste'molga, ehtiyojlarning ortishiga, aholining talabini qondirishga, davlat apparatini saqlashga, eksportga sarflansa va h.k.

Shunday qilib, oraliq mahsulot va tayyor mahsulot ta'rifidan ma'lumki, ular oraliq va so'nggi mahsulotni bildirmaydi. Masalan, temir rudasi oraliq mahsulot hisoblanadi, agar davlat ichidagi metallurgiya zavodlarida foydalanilsin, lekin agar ruda eksport qilinsa, tayyor mahsulot hisoblanadi. Avtomobil oraliq mahsulot hisoblanadi, agar uni temir konida temirni tashisha foydalanilsa, lekin agar avtomobilni aholiga sotishga yuborilsa, u tayyor mahsulot hisoblanadi.

**25.2. Sohalararo balansning tabiiy (asl) ko'rinishi.**

Sohalararo mahsulotlarni ishlab chiqarish va ularni tarqatish har xil ko'rinishlarda bo'lishi mumkin:

A). Iqtisodiy ma'nosi va informatsion xarakterini nazarga olgan holda - rejali va hisobotli.

B). O'Ichovlilikni nazarga olganda natural mahsulotli, qiymatli, natural-qiymatli, mahsulotli.

C). O'lchov masshtabini nazarga olganda milliy iqtisodiyot bo'yicha, sohalararo va regional bo'lishi mumkin.

Sohalararo qiymatli balans sxema n soha bo'yicha, quyidagi jadvalda berilgan, unda har bir ishlab chiqarish sohasi uchun alohida qator va ustun ajratilgan.

Ustun va yo'l kesimida joylashgan matritsaning elementi  $X_{ij}$  bu i-sohaning yillik xarajati j-sohaning mahsulot ishlab chiqarishda sarflangan mahsulotlarining qiymatiga teng. Masalan: birinchi soha ko'mir ishlab chiqarishdagi soha bo'lib, ikkinchisi qora metallurgiya bo'lsa,  $X_{12}$  qora metallar ishlab chiqarishda ko'mirga sarflangan xarajat hisoblanadi.

Sohalararo balansning har bir qatori bu har bir sohaning mahsulotini boshqa sohalarga yetkazib berilgan mahsulotini ifodalaydi. Sohalararo balans matritsasining har bir ustuni bir sohaning ikkinchi sohadan oladigan, ya'ni aniq sohaning sarflanadigan mahsulotini ifodalaydi.

Miqdorlar  $X_{ij}$  ning yo'llar bo'yicha yig'indisi sohalararo balansning  $(p+1)$ -ustunini ifodalaydi va sohalararo oqimning matritsasini o'ng tomonida joylashadi.

$X_{ij}$  miqdorning ustunlar bo'yicha yig'indisi sohalararo balansning  $(p+1)$ -qatorini ifodalaydi va sohalararo oqimining ostida joylashadi.

### 25.3. Sohalararo balansning qiymat ifodasi.

1-jadval. Sohalararo qiymatga ko'ra sohalararo balans ko'rinishi quyidagicha:

| Sohalar            | 1             | 2             | ... | 1             | ... | n             | Ham-<br>masi        | Tayyor<br>mahsulot | Yalpi<br>mahsulot |
|--------------------|---------------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| 1                  | $X_{11}$      | $X_{12}$      | ... | $X_{1j}$      | ... | $X_{1n}$      | $\sum X_{1ji}$      | $Y_1$              | $X_1$             |
| 2                  | $X_{21}$      | $X_{22}$      | ... | $X_{2j}$      | ... | $X_{2n}$      | $\sum X_{2ji}$      | $Y_2$              | $X_2$             |
| ...                |               |               |     |               |     |               |                     |                    |                   |
| l                  | $X_{l1}$      | $X_{l2}$      | ... | $X_{lj}$      | ... | $X_{ln}$      | $\sum X_{lji}$      | $Y_l$              | $X_l$             |
| ...                | ...           | ...           | ... | ...           | ... | ...           | ...                 | ...                | ...               |
| H                  | $X_{n1}$      | $X_{n2}$      | ... | $X_{nj}$      | ... | $X_{nn}$      | $\sum X_{nji}$      | $Y_n$              | $X_n$             |
| Ham-<br>masi       | $\sum X_{i1}$ | $\sum X_{i2}$ | ... | $\sum X_{ij}$ | ... | $\sum X_{in}$ | $\sum \sum X_{iji}$ | $\sum Y_i$         | $\sum X_i$        |
| Tayyor<br>mahsulot | $V_1$         | $V_2$         | ... | $V_j$         | ... | $V_n$         | $\sum V_{ji}$       |                    |                   |
| Ham-<br>masi       | $X_1$         | $X_2$         | ... | $X_j$         | ... | $X_n$         | $\sum X_{ji}$       |                    |                   |



Ishlab chiqarish mahsuloti iste'molchining oraliq mahsuloti yig'indisi, ya'ni

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad \text{miqdor}$$

(n+1)- ustun va (n+1)- yo'lning kesimida joylashgan bo'lib, bu milliy iqtisodiyotning oraliq mahsulotini ifodalaydi.

A). Sohalararo balansning birinchi qismi bu sohalararo oqimlarning elementlar oqimi hamda (n+1)- ustun va (n+1)- yo'ldan tashkil topadi. Bu sohalararo balansning muhim qismini egallaydi.

B). Sohalararo balansning ikkinchi qismi bu  $U_i$  chiqaradigan tayyor mahsulot ustuni hamda  $X_i$  yalpi ishlab chiqaradigan mahsulot ustuni yig'indisini tashkil qiladi. Shunday qilib, i-sohaning yalpi mahsulot ishlab chiqarishi quyidagi orqali ifodalanadi:

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} + Y_i; \quad i = \bar{1}, n$$

sohalararo balansning (n+1) - qatorida

$$\sum_{j=1}^n Y_j \text{ va } \sum_{j=1}^n X_j$$

yig'indilar joylashgan.

Bunda  $\sum_{j=1}^n Y_j$  milliy iqtisodiyotning hamma joyda almashtirish kerak

bo'lgan tayyor mahsuloti  $\sum_{j=1}^n X_j$  - milliy iqtisodiyotning yalpi mahsuloti

V) Sohalararo balansning uchinchi qismi birinchi qismining ostida joylashgan bo'lib, sohaning yalpi mahsulotining qiymat strukturasi ifodalaydi va ikki qatordan iborat.

Birinchi qatorida  $V_j (j=\bar{1}, n)$  - sohalarining tayyor mahsulotlari, ikkinchi qatorida sohalarining yalpi mahsulotlarining yig'indisini ifodalaydi.

G) Sohalararo balansning to'rtinchi qismida milliy iqtisodiyotda foydalanadigan qayta taqsimot bo'ladigan munosabatlar joylashadi, korxonalar ishlab chiqarishda qatnashmaydigan sohalarining daromadlari aniqlanadi. Shu qismda muallimlar, shifokorlar, ilmiy xodimlar, madaniyat xodimlarining maoshlari ifodalanadi, Davlatning markazlashgan sof daromadi va sof daromadning boshqa elementlari aniqlanadi.

Sohalararo balans orqali milliy daromadni aniqlash mumkin, buning uchun xalq xo'jaligi yalpi mahsulotidan amortizatsiyaga sarflanadigan mablag'ni ayirish kerak.

Sohalararo balansning natural birlikda berilgan ko'rinishi 1- jadvalda keltirilgan.

Har bir soha uchun mahsulot resurslarning yig'indisi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$R_i = Q_i + S_i \quad i = \overline{1, n}$$

bunda,  $R_i$  - mahsulotning  $i$  resursi;

$Q_i$  -  $i$  - mahsulotning ishlab chiqarilishi;

$S_i$  -  $i$  - mahsulotning qo'shimcha resurslari.

Iste'mol qiladigan mahsulotning yig'indisi quyidagicha hisoblanadi:

$$R_i = \sum_{j=1}^n Q_{ij} + G_i$$

bunda,  $Q_{ij}$  -  $j$  - turdagi mahsulotni ishlab chiqarishda sarflanadigan  $i$ -turdagi mahsulot;

$G_i$  - so'nggi  $i$ -turdagi iste'mol mahsuloti.

#### 25.4. Sohalararo balansning iqtisodiy-matematik modeli. Boshlang'ich qiymatlariga ko'ra iqtisodiy-matematik model tuzish.

Sohalararo balans iqtisodiy-matematik modeli tenglamalar sistemasidan iborat bo'lib, unda sistemada qatnashgan elementlarning funksional aloqasi ifodalanadi.

Quyida chiziqli tenglamalar sistemasi orqali  $n$ -sohaning sohalararo balans modeli ifodalangan:

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1n} + Y_1 \\ X_2 &= X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2n} + Y_2 \\ \hline X_n &= X_{n1} + X_{n2} + \dots + X_{nn} + Y_n \end{aligned} \right\} \quad (a)$$

Bunday ko'rinishdagi sistemani biz yecha olmaymiz. Chunki unda tayyor mahsulotlar qiymati aniq bo'lsa ham,  $X$  sistemada  $X_i$  izlanayotgan o'zgaruvchilardan boshqa, yana  $X_{ij}$   $n$  o'zgaruvchi qatnashadi.

Sistemani yechish uchun o'zgartirish kiritamiz. Har bir  $X_{ij}$  o'zgaruvchini  $X_i$  ga bo'lib, ularning nisbatini  $\alpha_{ij}$  orqali belgilaymiz.

$$\alpha_{\theta} = \frac{x_{\theta}}{x_l}; \quad (b)$$

bu holda sistema quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \dots + \alpha_{1n}X_n + Y_1 \\ X_2 &= \alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2 + \dots + \alpha_{2n}X_n + Y_2 \\ &\dots\dots\dots \\ X_n &= \alpha_{n1}X_1 + \alpha_{n2}X_2 + \dots + \alpha_{nn}X_n + Y_n \end{aligned} \right\} (b)$$

Ma'lumki, bunday ko'rinishdagi tenglamalar sistemasi, n-chizid<sup>1</sup>  
n-ta noma'lum o'zgaruvchi,  $X_1, X_2, \dots, X_n$  ga bog'liq sistemadir.

$$\alpha_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_i}; \quad \text{to'g'ri xarajatlar koeffitsiyentlari}$$

To'g'ri xarajatlar koeffitsiyentlari hamma sohalar uchun quyidagi matritsa ko'rinishini qabul qiladi:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Sohalararo balans tenglamasi matritsaning ko'inishi quyidagi ko'inishda beriladi:

$$\bar{X} - A\bar{X} = \bar{Y} \quad (v)$$

Bunda,

A - to'g'ri xarajatlar ko'effitsiyentlari matritsasi;

$Y$  - tayyor mahsulot vektori;

$X$  - ishlab chiqarish hajmi vektori.

Qiyamatli balansda  $\alpha_j$  koeffitsiyentlar, i-sohaning, j-sohaning har so'mga yalpi mahsulot uchun sarflangan xarajatini ifodalaydi.

$X$  vektorni birlik matritsaga ko'paytirib, (v) ifodadan quyidag<sup>ini</sup> hosil qilamiz.

$$\overline{EX} - \overline{AX} = \overline{Y} \quad (g) \quad yoki$$

$$(E - A)\bar{X} = \bar{Y} \quad (d)$$



Bu sistemani yechib quyidagilarni aniqlash mumkin.

1. Sohalarining  $X_1, X_2, \dots, X_n$  yalpi mahsulotlarini aniqlash:

$$\bar{X} = (E - A)^{-1} \bar{Y}$$

Bunda,  $(E - A)^{-1}$  teskari  $(YE - A)$  ga bo'lgan matritsa.

2. Sohalarining  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  tayyor mahsulotlarining hajmlarini aniqlash:

$$\bar{Y} = (E - A) \bar{X}$$

3. To'liq xarajatlar ko'effitsiyentlari matritsasi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$V = (E - A)^{-1}$$

### Iqtisodiy-matematik model tuzish.

Sohalararo balans tenglamalar sistemasini tuzish uchun, boshlang'ich qiymatlar quyidagi 2-jadvalda berilgan bo'lsin.

2-jadval.

| Iste'molchi<br>sohalar | To'g'ri xarajatlar ko'effitsiyentlari |     |     | Tayyor<br>mahsulot |
|------------------------|---------------------------------------|-----|-----|--------------------|
|                        | 1                                     | 2   | 3   |                    |
| 1                      | 0,2                                   | 0,4 | 0,5 | 48                 |
| 2                      | 0,3                                   | 0,2 | 0,3 | 15                 |
| 3                      | 0,1                                   | 0,3 | 0,4 | 7                  |

Boshlang'ich qiymatlarga ko'ra quyidagi tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= 0,2X_1 + 0,4X_2 + 0,5X_3 + 48 \\ X_2 &= 0,3X_1 + 0,2X_2 + 0,3X_3 + 15 \\ X_3 &= 0,1X_1 + 0,3X_2 + 0,4X_3 + 7 \end{aligned} \right\}$$

Tayyor mahsulotlarni ozod hadlar ko'rinishida ifodalaymiz:

$$\left. \begin{aligned} X_1 - 0,2X_1 - 0,4X_2 - 0,5X_3 &= 48 \\ X_2 - 0,3X_1 - 0,2X_2 - 0,3X_3 &= 15 \\ X_3 - 0,1X_1 - 0,3X_2 - 0,4X_3 &= 7 \end{aligned} \right\}$$

o'xshash hadlarni guruhlab quyidagini hosil qilamiz:

$$0,8X_1 - 0,4X_2 - 0,5X_3 = 48$$

$$-0,3X_1 + 0,8X_2 - 0,3X_3 = 15$$

$$-0,1X_1 + 0,3X_2 + 0,6X_3 = 7$$

Bunday ko'rinishdagi tenglamalar sistemasining yechimini aniqlash chiziqli algebra kursidan ma'lum:

$$X = (E - A)^{-1}y \quad AX = B, \quad \text{bunda} \quad V = (E - A)^{-1}$$

$$X = (E - A)^{-1} * Y$$

$$X = BY$$

### Tayanch iboralar

Oraliq mahsulot, tayyor mahsulot, balans, sohalar, matritsa, elementlar, tenglamalar sistemasi, to'g'ri xarajatlar koeffitsiyentlari, to'liq xarajatlar koeffitsiyentlari.

### Xulosa

Sohalararo balansda ishlab chiqaruvchi sohalarning oraliq va tayyor mahsulotlari haqida tushuntirishlar beriladi hamda jadval ko'rinishiga keltiriladi, IMM tenglamalar sistemasi orqali ifodalanadi, yechishda o'zgartirishlar kiritiladi.

Yangi tushunchalar asosida yechimlar aniqlanadi (to'g'ri xarajatlar koeffitsiyentlari matritsasi, tayyor mahsulotlar vektori, ishlab chiqarish hajmi vektori).

### Takrorlash uchun savollar

1. Sohalararo balansning umumiy mazmuni?
2. Qanday mahsulot oraliq mahsulot hisoblanadi?
3. Qanday mahsulot tayyor mahsulot hisoblanadi?
4. Sohalararo balansning nazariy asosi nima?
5. Sohalararo balansning guruhlarini ifodalang.
6. Sohalararo mahsulotlarni ishlab chiqarish va ularni tarqatishning ko'rinishlari.
7. Yalpi mahsulot tayyor mahsulotdan nima bilan farq qiladi?
8. Sohalararo balans iqtisodiy-matematik modelining ko'rinishini yozing.
9. Sohalararo balans iqtisodiy-matematik modeli qaysi usullarda yechiladi?
10. To'liq xarajatlar koeffitsiyentlari qanday hisoblanadi?
11. Sohalararo balans iqtisodiy-matematik modelining matritsa ko'rinishini izohlang.

## § 26. TO'G'RI VA TO'LIQ XARAJATLAR KOEFFITSIYENTLARINING IQTISODIY TABIATI

**26.1. To'g'ri va to'liq xarajatlar koeffitsiyentlarining iqtisodiy tabiati (mohiyati).**

**26.2 Yalpi va tayyor mahsulotlar vektorlari.**

**26.3 Mustaqil ishlash uchun masalalar.**

**26.1. To'g'ri va to'liq xarajatlar koeffitsiyentlarining iqtisodiy tabiati (mohiyati).**

To'g'ri xarajatlar koeffitsiyenti, bu mahsulotning bir birligini ishlab chiqarish uchun sarflanadigan xomashyo (material) resurslari xarajatini ifodalaydi.

To'liq xarajatlar koeffitsiyentlar i-turdagi xomashyo (material) resurslarini j-turdagi mahsulot ishlab chiqarish hisoblanadi, agar u to'g'ri xarajatlar koeffitsiyenti bilan qo'shimcha xarajatlar yig'indisiga teng bo'lsa.

To'liq xarajatlarning koeffitsiyentlarini boshqa usulda ham hosil qilish mumkin.

To'liq xarajatlar koeffitsiyenti  $b_j$  - bu shunday sohaning yalpi mahsulot ishlab chiqarishidagi talabni xarakterlaydikim, u j-sohaning tayyor mahsulotning birligini ishlab chiqarish kerak bo'lsa.

Ma'lumki, sohaning yalpi mahsuloti tayyor mahsulotning hajmidan quyidagicha hisoblanadi:

$$X = (E - A)^{-1} \bar{Y}$$

Bunda  $V = (E - A)^{-1}$  matritsa to'liq xarajatlar koeffitsiyentlar matritsasi bo'lsa, yalpi mahsulot quyidagicha hisoblanadi:

$$X = BY$$

Ishlab chiqarish sohasining yalpi va tayyor mahsulot hajmlarini hisoblash, iqtisodiy-matematik modelga ko'ra to'g'ri xarajatlar koeffitsiyentlari matritsasiga teng:

$$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,4 & 0,5 \\ 0,3 & 0,2 & 0,3 \\ 0,1 & 0,3 & 0,4 \end{pmatrix}$$



(E-A) ayirma matritsani hisoblaymiz:

$$E - A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,2 & 0,4 & 0,5 \\ 0,3 & 0,2 & 0,3 \\ 0,1 & 0,3 & 0,4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1-0,2 & 0-0,4 & 0-0,5 \\ 0-0,3 & 1-0,2 & 0-0,3 \\ 0-0,1 & 0-0,3 & 1-0,4 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 0,8 & -0,4 & -0,5 \\ -0,3 & 0,8 & -0,3 \\ -0,1 & -0,3 & 0,6 \end{pmatrix}$$

Keyin esa  $[E-A]^{-1}$  darajali teskari matritsani hisoblaymiz.

1)  $\Delta = \det[E-A] = 0,143 \neq 0$  bu yerda  $[E-A]^{-1}$  mavjuddir: haqiqattan ham

$$\Delta = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,4 & -0,5 \\ -0,3 & 0,8 & -0,3 \\ -0,1 & -0,3 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,384 - 0,012 - 0,045 - 0,04 - 0,072 - 0,072 = 0,143$$

teskari matritsa hisoblash uchun matritsa  $\Delta E$  ning algebravik to'ldiruvchilarini aniqlaymiz:

$$A_{11} = M_{11} = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,3 \\ -0,3 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,48 - 0,09 = 0,39$$

$$A_{12} = M_{12} = \begin{vmatrix} -0,3 & -0,3 \\ -0,1 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,18 + 0,03 = 0,21$$

$$A_{13} = M_{13} = \begin{vmatrix} -0,3 & 0,8 \\ -0,1 & -0,3 \end{vmatrix} = 0,09 + 0,08 = 0,17$$

$$A_{21} = M_{21} = \begin{vmatrix} -0,4 & -0,5 \\ -0,3 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,24 - 0,15 = 0,39$$

$$A_{22} = M_{22} = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,5 \\ -0,1 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,48 - 0,05 = 0,43$$

$$A_{23} = M_{23} = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,4 \\ -0,1 & -0,3 \end{vmatrix} = 0,24 - 0,04 = 0,20$$

$$A_{31} = M_{31} = \begin{vmatrix} -0,4 & -0,5 \\ 0,8 & -0,3 \end{vmatrix} = 0,12 + 0,40 = 0,52$$

$$A_{32} = M_{32} = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,5 \\ -0,3 & -0,3 \end{vmatrix} = -0,24 - 0,15 = -0,39$$

$$A_{33} = M_{33} = \begin{vmatrix} 0.8 & -0.4 \\ -0.3 & 0.8 \end{vmatrix} = 0.64 - 0.12 = 0.52$$

teskari matritsasini hisoblaymiz:

$$B = [E - A] = (1/\Delta)(A_{ij})^T = (1/0,143) \begin{pmatrix} 0,39 & 0,21 & 0,17 \\ 0,39 & 0,43 & -0,2 \\ 0,52 & 0,39 & 0,52 \end{pmatrix}^T =$$

$$= (1/0,143) \begin{pmatrix} 0,39 & 0,39 & 0,52 \\ 0,21 & 0,43 & 0,39 \\ 0,17 & -0,2 & 0,39 \end{pmatrix} \quad V = \begin{pmatrix} 2,72 & 2,72 & 3,63 \\ 1,47 & 3,01 & 2,72 \\ 1,19 & -1,39 & 3,63 \end{pmatrix}$$

## 26.2. Yalpi va tayyor mahsulotlar vektorlari.

Har doim to'liq xarajatlar matritsasi to'g'ri xarajatlar matritsasidan kichik mahsulotlar matritsasini aniqlaymiz:

$$X = [YE - A]^{-1} * V = (1/0,143) \begin{vmatrix} 0,39 & 0,39 & 0,52 \\ 0,21 & 0,43 & 0,39 \\ 0,17 & -0,2 & 0,52 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 48 \\ 15 \\ 7 \end{vmatrix} =$$

$$= (1/0,143) \begin{vmatrix} 0,39 \cdot 48 + 0,39 \cdot 15 + 0,52 \cdot 7 \\ 0,21 \cdot 48 + 0,43 \cdot 15 + 0,39 \cdot 7 \\ 0,17 \cdot 48 + 0,2 \cdot 15 + 0,52 \cdot 7 \end{vmatrix} = (1/0,143) \begin{vmatrix} 28,21 \\ 19,26 \\ 8,8 \end{vmatrix}$$

Yalpi mahsulot vektori, ya'ni yechimlar quyidagi qiymatlarni qabul qiladi:

$$\begin{vmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 197,3 \\ 134,7 \\ 61,5 \end{vmatrix} \quad yoki \quad \begin{matrix} X_1 = 197,3 \\ X_2 = 134,7 \\ X_3 = 61,5 \end{matrix}$$

Bu o'zgaruvchilarning qiymatlari sohaning yalpi mahsulotlari hajmlarini ifodalaydi. Sohaning yalpi mahsulotlarini nazarga olgan holda tayyor mahsulotlar  $Y_1, Y_2, Y_3$  larning qiymatlarini hisoblash mumkin:  
 $Y = (E - A) \cdot X,$

Ya'ni:

$$Y = \begin{vmatrix} 0,8-0,4-0,5 \\ -0,3 \ 0,8-0,3 \\ -0,1-0,3 \ 0,6 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 197,3 \\ 134,7 \\ 61,5 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,8*197,3-0,4*134,7-0,5*61,5 \\ -0,3*197,3+0,8*134,7-0,3*61,5 \\ -0,1*197,3-0,3*134,7+0,6*61,5 \end{vmatrix}$$

Tayyor mahsulotlar hajmlarini ( $Y_1, Y_2, Y_3$ ) hisoblanishini talabalarga havola etamiz.

### 26.3 Mustaqil ishlash uchun masalalar

1. To'g'ri xarajatlar koeffitsiyentlari  $d_{ij} = X_{ij} / X_i$  aniqlansin, quyidagi uch soha uchun boshlang'ich qiymatlar berilgan:

26.1-jadval.

| Sohalar | Sohalarning yalpi mahsulotlari |    |    | Tayyor (tovar) mahsulotlar |
|---------|--------------------------------|----|----|----------------------------|
|         | 1                              | 2  | 3  |                            |
| 1       | 50                             | 60 | 80 | 60                         |
| 2       | 25                             | 90 | 40 | 25                         |
| 3       | 25                             | 60 | 40 | 35                         |

2. To'g'ri xarajatlar koeffitsiyentlari  $d_{ij} = X_{ij} / X_i$  aniqlansin, quyidagi uch soha uchun boshlang'ich qiymatlar berilgan:

26.2-jadval.

| Sohalar | Sohalarning yalpi mahsulotlari |    |    | Tayyor (tovar) mahsulot |
|---------|--------------------------------|----|----|-------------------------|
|         | 1                              | 2  | 3  |                         |
| 1       | 40                             | 18 | 25 | 21                      |
| 2       | 16                             | 9  | 25 | 16                      |
| 3       | 80                             | 45 | 30 | 75                      |

3. To'g'ri xarajatlar koeffitsiyentlari  $d_{ij} = X_{ij} / X_i$  aniqlansin, quyidagi uch soha uchun boshlang'ich qiymatlar berilgan:

26.3-jadval.

| Sohalar | Sohalarning yalpi mahsulotlari |    |    | Tayyor (tovar) mahsulotlar |
|---------|--------------------------------|----|----|----------------------------|
|         | 1                              | 2  | 3  |                            |
| 1       | 18                             | 36 | 25 | 11                         |
| 2       | 45                             | 90 | 25 | 20                         |
| 3       | 36                             | 36 | 50 | 30                         |



4. Tayyor mahsulotlar va to'g'ri xarajatlar ( $\alpha_{ij}$ ) koeffitsiyentlarning qiymatlariga ko'ra sohalararo balansining tovar mahsulotlari aniqlansin.

26.4-jadval.

| Sohalar | Sohalarning to'g'ri xarajat<br>koeff-i. |     |     | Tayyor (tovar)<br>mahsulotlar |
|---------|-----------------------------------------|-----|-----|-------------------------------|
|         | 1                                       | 2   | 3   |                               |
| 1       | 0,2                                     | 0,5 | 0,2 | 50                            |
| 2       | 0,2                                     | 0,3 | 0,1 | 10                            |
| 3       | 0,1                                     | 0,2 | 0,4 | 30                            |

5. Tayyor mahsulotlar va to'g'ri xarajatlar ( $\alpha_{ij}$ ) koeffitsiyentlarining balansining tovar mahsulotlari qiymatlariga ko'ra sohalar aniqlansin.

26.5-jadval.

| Sohalar | Sohalarning to'g'ri xarajat<br>koeffitsiyenti. |     |     | Tayyor (tovar)<br>mahsulotlar |
|---------|------------------------------------------------|-----|-----|-------------------------------|
|         | 1                                              | 2   | 3   |                               |
| 1       | 0,3                                            | 0,2 | 0,1 | 5                             |
| 2       | 0,4                                            | 0,1 | 0,5 | 15                            |
| 3       | 0,2                                            | 0,3 | 0,2 | 10                            |

6. Tayyor mahsulotlar va to'g'ri xarajatlar ( $\alpha_{ij}$ ) koeffitsiyentlarining qiymatlariga ko'ra sohalararo balansining tovar mahsulotlari aniqlansin.

26.6-jadval.

| Sohalar | Sohalarning to'g'ri xarajat<br>koeffitsiyenti |     |     | Tayyor<br>(tovar)<br>mahsulotlar |
|---------|-----------------------------------------------|-----|-----|----------------------------------|
|         | 1                                             | 2   | 3   |                                  |
| 1       | 0,2                                           | 0,1 | 0,1 | 40                               |
| 2       | 0,4                                           | 0,5 | 0,2 | 8                                |
| 3       | 0,4                                           | 0,2 | 0,1 | 3                                |

1. To'g'ri xarajatlar koeffitsiyentlari asosida, to'liq xarajatlar koeffitsiyentlari hisoblansin.

26.7-jadval.

| Sohalar | Sohalarning to'g'ri xarajat ko'effitsiyenti |     |     |
|---------|---------------------------------------------|-----|-----|
|         | 1                                           | 2   | 3   |
| 1       | 0,1                                         | 0,2 | 0,2 |
| 2       | 0,3                                         | 0,2 | 0,2 |
| 3       | 0,4                                         | 0,5 | 0,1 |

8. To'g'ri xarajatlar ko'effitsiyentlari asosida, to'liq xarajatlar ko'effitsiyentlari hisoblansin.

26.8-jadval.

| Sohalar | Sohalarning to'g'ri xarajat ko'effitsiyenti |     |     |
|---------|---------------------------------------------|-----|-----|
|         | 1                                           | 2   | 3   |
| 1       | 0,3                                         | 0,4 | 0,5 |
| 2       | 0,1                                         | 0,3 | 0,2 |
| 3       | 0,1                                         | 0,5 | 0,1 |

### Tayanch iboralar

Yalpi mahsulot, tayyor mahsulot, to'g'ri va to'liq xarajatlar, algebraik to'ldiruvchi, teskari matritsa, yalpi mahsulot vektori.

### Xulosa

Sohalararo balans tenglamalar sistemasini tuzishdan maqsad milliy iqtisodiyotimizning sohaları bog'liqligini aniqlab, yalpi va tayyor mahsulot vektorlari orqali ularning hajmlarini hisoblashni o'rgatadi, matematik usullar nimalarga qodir ekanini ko'rish mumkin. Mustaqil ishlash uchun masalalar keltiriladi.

### Takrorlash uchun savollar

1. To'g'ri xarajatlar ko'effitsiyenti nima?
2. To'liq xarajatlar ko'effitsiyentlari ( $d_{ij} = x_{ij}/x_i$ )ni matritsa ko'rinishida yozing.
3. Yalpi mahsulot (X) qanday model orqali ifodalanadi?
4. Birlik matritsa qanday ifodalanadi?
5. Teskari matritsa qanday hisoblanadi?
6. Tayyor mahsulot  $Y = (E - A) X$  nimaga bog'liq?

## **VII BOB. KORXONALARNING JOYLASHTIRISHINI REJALASHTIRISH**

### **§ 27. KORXONALARNI JOYLASHTIRISHNING MOHIYATI VA MODELI**

- 27.1. Korxonalarni joylashtirishning mohiyati.**
- 27.2. Optimal joylashtirish masalasining qo'yilishi.**
- 27.3. Joylashtirish rejasining modeli.**
- 27.4. Iqtisodiy-matematik model umumiy ko'rinishda.**

#### **27.1. Korxonalarni joylashtirishining mohiyati.**

Oziq - ovqat sanoati korxonalarini ratsional ravishda joylashtirish hamma davrda aktual, muhim va murakkab iqtisodiy muammo hisoblanadi. Bu sohalarining rivojlanishi uchun har yili ko'p mablag'lar ajratiladi. Shuni nazarga olgan holda, bu mablag'lardan effektiv va ratsional foydalanish xo'jalikni boshqarishning dolzarb vazifalaridan hisoblanadi. Korxonalarni joylashtirishda tabiiy va tashkiliy texnik faktorlarning ta'siri hamda o'zgaruvchan iqtisodiy sharoit esa, effektiv variantni tanlashni qiyinlashtiradi va korxonalarni joylashda xatoliklarga sabab bo'ladi, bunday masalalar, xususan, katta ahamiyatga ega bozor iqtisodiyoti sharoitida. Darhaqiqat, firmalar, kichik ishlab chiqarish korxonalari harakat qiladigan aholi ko'p yashaydigan yoki bozorlar atroflarida joylashtirishda, natijada bunday o'rinlarda bir necha korxonalar joylashtiriladi va katta raqobat paydo bo'ladi, shuning uchun ba'zi korxonalarning mahsulotlari raqobatga bardosh berolmay kichik korxonalarning bankrotligiga sabab bo'ladi.

Umuman, mahsulot ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish masalasi o'zining murakkabligini saqlab qoladi, agar matematik usullar qo'llanilsa ham. Mahsulot ishlab chiqarish korxonalari masalasini yechishda ochiq transport masalasining modelini va taqsimot algoritmlarini qo'llashganda ham, aniq optimal yechimga keltirolmaydi, lekin ma'lumki bunda katta hajmda analitik va hisoblash amallarini bajarishga to'g'ri keladi.

Ishlab chiqarish korxonalarini ratsional joylashtirish masalasini yechishda ko'p sonli aloqalarni, bog'lanishlarni ko'rib chiqish talab etiladi, lekin bu bog'lashlarning hammasini ham matematik tenglamalar bilan ifodalab bo'lmaydi.



Joylashtirish masalasining asosiy qiyinchiligi shundaki, ko'p faktorlar uchun informatsiyalarning yetmasligi, to'liq bo'lmaganligi, dinamik sharoitga mos bo'lgani, ko'pqirrali bog'lanishga ega bo'lgani uchun, masalani soddalashtirib keyin esa, chiziqli dasturlash usullarini qo'llab yechimni aniqlash mumkin bo'ladi.

Oziq - ovqat va yengil sanoat korxonalarini joylashtirish uchun avval hamma tomonlama xilma - xil faktorlarni va sharoitlarni sonli va sifatli analiz qilishga to'g'ri keladi, chunki ular korxonalarni joylashtirish va effektiv taraqqiyotga ta'sir etadi. Texnikaviy-iqtisodiy analiz asosida iqtisodiy - matematik model tuzish uchun dastlabki ma'lumotlarni aniqlash kerak:

Oziq - ovqat va yengil sanoat mahsulotlariga shu territoriya kesimida talab borligi.

Joylashtirish rejasiga kiritish uchun, amaldagi mahsulot ishlab chiqaruvchi oziq-ovqat va yengil sanoat korxonalarni rekonstruksiya qilish, quvvatini oshirish.

Taxmin qiladigan rayonlar va yangi oziq-ovqat va yengil sanoat korxonalarini joylashtirish punktlarini aniqlash.

Har xil quvvatlarga ega bo'lgan, variantlar bo'yicha ishlab chiqilgan tipik proyektlar mavjud bo'lishi kerak.

Taxminan xarajat qilinadigan mablag'ning aniq qiymatini belgilash; Mahsulotlar birligining tannaxlari, korxonalarning ishlab chiqarish variantlari bo'yicha tipik proyektlar asosida quvvatini aniqlanishi (bir sutkadagi ishlab chiqarish quvvati).

Mahsulot birligi uchun sarflanadigan umumiy xarajatlar aniqlangan bo'lishi kerak.

Joylashtirish punktlarini aniqlashda xomashyolar manbasini, tayyor mahsulotlarga talab va mahsulotlarni iste'molchilarga yetkazib berish uchun transport xarajatlari aniqlangan bo'lishi kerak.

Shunday sharoitlarni nazarga olgan holda mahsulot ishlab chiqarish korxonalarini qayerda joylashtirish, qaysi bir korxonaning quvvatini qanchaga oshirish va qurish kerakkim, umumiy xarajatlar mahsulot ishlab chiqarish va iste'molchilarga yetkazib berishga, eng kichik qiymatga ega bo'lishi kerak.

Ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish va rayonini tanlash quyidagi ikki asosiy shartga bog'liq: xomashyolar bazasining mavjudligi va ishlab chiqarilgan mahsulotlarga talab.

Albatta, ishlab chiqarishni korxonalarning xomashyo bazasiga yaqin, tez buziladigan mahsulotlarni xomashyolarga boy bo'lgan punktlarga joylashtirish kerak. Bunday sohalar shakar, spirt, kraxmal, poliz mahsulotlarini quritish, yog'-moy, vino ishlab chiqarish va boshqalar hisoblanadi.

Iste'molchi rayonlar bu — joylashtirgan mahsulot ishlab chiqarish korxonalari bo'lib, ularning mahsulotlari tez buziladigan va transportlashi qiyin bo'lgan mahsulotlardir hamda bu sohalar, ularning mahsulotlari xomashyo bo'lib, oziq-ovqat sohalarida foydalaniladi. Bunday sohalar guruhiga non mahsulotlari ishlab chiqarish, pivo pishirish, aroq, shakar, qandolat, makaron, vitaminlar ishlab chiqarish korxonalari hisoblanadi.

## 27.2. Optimal joylashtirish masalasining qo'yilishi.

Korxonani optimal joylashtirishning iqtisodiy - matematik modelini tuzishni non zavodining oddiy misoli asosida tuzamiz. Uchta  $P_1, P_2, P_3$  punktlarda bir-birini almashtiradigan nonzavodlarini joylashtirish kerakkim, ular bir xil mahsulot yoki bir-birini almashuvchi non sortlari ishlab chiqadigan bo'lsa, har bir punktda faqat bitta non ishlab chiqaruvchi korxonani joylashtirish kerakkim, bu korxona aniq mahsulot ishlab chiqarish quvvatiga (bir sutkada unumdorlik) ega bo'lsin.

Turli loyihalar bir sutkada  $a^1, a^2, a^3, a^4, a^5$  ga teng bo'lgan unumdorlikka ega.

Oxirgi to'rtta loyihalar turli kombinatsiyalarda ikkitadan har bir punktda joylashtirilishi kerak:  $P_1$  punktda  $a^4$  va  $a^3$ ,  $P_2$  punktda  $a^5$  va  $a^4$ ,  $P_3$  punktda  $a^3$  va  $a^2$ .

Bir sutkada  $M_1, M_2, M_3, M_4$  punktlarda non mahsulotlarga talablar teng:  $M_1-v_1, M_2-v_2, M_3-v_3, M_4-v_4$ .

Bir tonna non mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun korxonaning xarajatlari mos ravishda mos ishlab chiqarish quvvatiga teng: punkt  $P_1-S_1^4$  va  $S_1^3$  ga punkt  $P_2-S_2^5$  va  $S_2^4$  ga va punkt  $P_3-S_3^3$  va  $S_3^2$ .

Joylashtirish punktlardan non mahsulotlarini yetkazib berish uchun transport xarajatlarning o'lchamlari  $S_{ij}$  — ga teng deb hisoblangan.

Iqtisodiy-matematik model tuzish uchun boshlang'ich informatsiyalar quyidagi A jadvalda berilgan:

A-jadval.

| Joylashtirish punktlari | Sutkada ishlab chiqarish quvvati | Mahsulot birligining tannarxi | Iste'molchilar punktlari va talablari |          |          |          |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|
|                         |                                  |                               | $M_1$                                 | $M_2$    | $M_3$    | $M_4$    |
|                         |                                  |                               | $b_1$                                 | $b_2$    | $b_3$    | $b_4$    |
| P1                      | $a^4$                            | $S_1^4$                       | $C_{12}$                              | $C_{12}$ | $C_{13}$ | $C_{14}$ |
|                         | $a^3$                            | $S_1^3$                       | $C_{11}$                              | $C_{12}$ | $C_{13}$ | $C_{14}$ |
| P2                      | $a^5$                            | $S_2^5$                       | $C_{21}$                              | $C_{22}$ | $C_{23}$ | $C_{24}$ |
|                         | $a^4$                            | $S_2^4$                       | $C_{21}$                              | $C_{22}$ | $C_{23}$ | $C_{24}$ |
| P3                      | $a^3$                            | $S_3^3$                       | $C_{31}$                              | $C_{32}$ | $C_{33}$ | $C_{34}$ |
|                         | $a^2$                            | $S_3^2$                       | $C_{31}$                              | $C_{32}$ | $C_{33}$ | $C_{34}$ |

Izlanayotgan o'zgaruvchi deb  $X_{ij}^k$  ni qabul qilamiz, bu o'zgaruvchi  $i$  - punktdan  $j$  - punktga  $k$  variant bo'yicha yetkazib beradigan mahsulot hajmini ifodalaydi.

Har bir joylashtirish punktida faqat bir variant quvvatga ega bo'lgan korxonani joylashtirish kerak, bu shart  $y_i^k$  o'zgaruvchi orqali ifodalanadi va bu o'zgaruvchi ikkita qiymatni 0 yoki 1 qiymatni qabul qiladi :

$$y_i^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

Optimal joylashtirish rejasiga mos ishlab chiqarish quvvatiga teng bo'lsa,  $y_i^k = 1$ , agar uning qiymati nolga (0) teng bo'lsa, shu variant joylashtirish rejasiga kirmaydi.

### 27.3. Joylashtirish rejasining modeli.

1. Har bir punktda faqat bir variant ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan korxoning joylashtirish quyidagi cheklanishlar sistemasi orqali ifodalanadi.

$$\left. \begin{aligned} \sum_{k=1}^2 y_1^k &\leq 1, \text{ bunda } y_1^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} & (k=1,2) \\ \sum_{k=1}^2 y_2^k &\leq 1, \text{ bunda } y_2^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} & (k=1,2) \\ \sum_{k=1}^2 y_3^k &\leq 1, \text{ bunda } y_3^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} & (k=1,2) \end{aligned} \right\} \quad (4,1)$$

Har bir punktlarga yetkazib beradigan mahsulotlarning yig'indisi iste'molchilarning talablariga teng bo'lishi kerak:

$$\left. \begin{aligned} X_{11}^1 + X_{11}^2 + X_{21}^1 + X_{21}^2 + X_{31}^1 + X_{31}^2 &= b_1 \\ X_{12}^1 + X_{12}^2 + X_{22}^1 + X_{22}^2 + X_{32}^1 + X_{32}^2 &= b_2 \\ X_{13}^1 + X_{13}^2 + X_{23}^1 + X_{23}^2 + X_{33}^1 + X_{33}^2 &= b_3 \\ X_{14}^1 + X_{14}^2 + X_{24}^1 + X_{24}^2 + X_{34}^1 + X_{34}^2 &= b_4 \end{aligned} \right\} \quad (4,2)$$

Har bir non zavodi yetkazib beradigan mahsulotning yig'indisi, uning tanlangan variantining ishlab chiqarish quvvatidan oshmaslik sharti o'rinli.



$$\left. \begin{aligned} X_{11}^1 + X_{12}^1 + X_{13}^1 + X_{14}^1 &\leq a^4 y_1^1 \\ X_{11}^2 + X_{12}^2 + X_{13}^2 + X_{14}^2 &\leq a^3 y_1^2 \\ X_{21}^1 + X_{22}^1 + X_{23}^1 + X_{24}^1 &\leq a^5 y_2^1 \\ X_{21}^2 + X_{22}^2 + X_{23}^2 + X_{24}^2 &\leq a^4 y_2^2 \\ X_{31}^1 + X_{32}^1 + X_{33}^1 + X_{34}^1 &\leq a^3 y_3^1 \\ X_{31}^2 + X_{32}^2 + X_{33}^2 + X_{34}^2 &\leq a^2 y_3^2 \end{aligned} \right\} \quad (4,2)$$

Yetkazib beradigan mahsulotlarning musbatlik sharti o'rinliligi quyidagicha ifodalanadi :

$$X_{ij}^k \geq 0 \quad (4,4)$$

korxonalarning joylashtirish masalasini yechishdan asosiy maqsad bu umumiy xarajatlarning yig'indisi eng kichik qiymatga teng bo'lishi kerak :

$$F(x) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^2 X_{ij}^k (S_i^k + C_{ij}) \rightarrow \min \quad (4,5)$$

#### 27.4. Iqtisodiy-matematik model umumiy ko'rinishda.

Joylashtirish masalasining umumiy holda ko'rinishini tuzish uchun quyidagi belgilarni kiritamiz :

$i$  – joylashtirish punktlarining nomerlari ( $i=1, m$ );

$j$  – iste'molchilar punktlarining nomerlari ( $j=1, n$ );

$k$  – ishlab chiqarish variantlarining nomerlari ( $k=1, p$ );

punktdagi  $k$  variantli ishlab chiqarish quvvatga ega bo'lgan non zavodi;

$b_j$  –  $j$  iste'molchi punktdagi non mahsulotiga bo'lgan talab;

$C_{ij}$  – bir tonna non mahsulotini  $i$  punktdan  $j$  punktga transport vositasi bilan yetkazib berish uchun sarflanadigan xarajatlar:

$S_i^k$  –  $i$  punktda  $k$  variant bo'yicha 1 t. non mahsulotlariga sarflanadigan korxona xarajatlari.

Umumiy holda korxonalarni joylashtirish iqtisodiy-matematik modeli quyidagicha ifodalanishi mumkin:

Har bir punktda faqat bitta aniq ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan korxonani joylashtirish mumkinligi o'rinli:

$$\sum_{k=1}^p y_i^k \leq 1; y_i^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad i=1, m; \quad k=1, 2 \quad (4.6)$$

Har bir punktda yetkazib beradigan mahsulotlar yig'indisi iste'molchilar talablariga tenglik sharti:

$$\sum_i X_{ij}^k = b_j; \quad (j=\overline{1, n}) \quad (4.7)$$

Mahsulot ishlab chiqarish korxonalarining mahsulotlarining yig'indisi ularni variantlar bo'yicha ishlab chiqarish quvvatlaridan oshmaslik sharti:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij}^k \leq \sum a_i^k y_i^k, \quad (i=\overline{1, m}) \quad (4.8)$$

Yetkazib beradigan mahsulotlarning musbatlik sharti o'rinli:

$$X_{ij}^k \geq 0 \quad (4.9)$$

Maqsad funksiyaning qiymati eng kichik songa tenglik sharti:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^2 X_{ij}^k (S_i^k + C_{ij}) \rightarrow \min \quad (4.11)$$

Tuzilgan joylashtirish masalasining iqtisodiy-matematik modeli tipik loyihalar asosida tuzilgan bo'lib, amaliyotda qo'llanganda qo'shimcha cheklanishlarni nazarga olish mumkinligini inkor etmaydi.

#### **Tayanch iboralar**

Korxonalarning joylashtirish punktlari, aktual muhim, murakkab muammo, raqobat, bankrot, axborot tanqisligi, tipik loyihalar, resurslar, talablar, korxonalarning ishlab chiqarish quvvatlari, IMM, mezon.

#### **Xulosa**

Hamma davrda oziq-ovqat va yengil sanoati va umuman ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish masalalari aktual, muhim va murakkab iqtisodiy muammo hisoblanadi. Bu sohalarining rivojlanishi uchun har yili ko'p miqdorda mablag'lar ajratiladi. Mablag'lardan

effektiv va ratsional foydalanish xo'jalik boshqarishning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi. Bunday masalaning iqtisodiy-matematik modeli murakkab bo'lib taklif va talab qiymatlar har xil birliklarga ega emas, shuning uchun ko'p qo'shimcha amallarni bajarib ochiq transport masalasining yechimiga keltiriladi.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Korxonalarni joylashtirishning mohiyatini ifodalang.
2. Korxonalarni joylashtirishda, asosan, nimalarga ahamiyat beriladi?
3. Mahsulotlari tez buziladigan sohalarni ifodalang.
4. Non zavodining iqtisodiy-matematik modelini tuzish uchun boshlang'ich qiymatlar bo'lib nimalarni nazarga tutish kerak?
5. Yetkazib beradigan mahsulot ( $X_p$ ) hajmi nega kiritiladi?
6. Korxonalarni joylashtirishning iqtisodiy-matematik modeli necha cheklanishlar sistemasidan iborat?
7. Iqtisodiy-matematik modelni yig'indilar orqali ham ifodalab bo'ladimi?
8. Joylashtirish iqtisodiy-matematik modelida necha indeks orqali yig'indilar hisoblanadi?



## § 28. JOYLASHTIRISH REJASINI HISOBLASH

28.1. Korxonalarni joylashtirishni rejalashtirish.

28.2. Korxonalarni joylashtirishning boshlang'ich qiymatlari.

28.3. Korxonalarni ishlab chiqarish quvvatlarini hisoblash.

28.1. Korxonalarni joylashtirishni rejalashtirish.

Hisoblashda simvolik belgilarning o'rniga sonli qiymatlardan foydalanamiz. Bu boshlang'ich qiymatlar 28.1-jadvalda berilgan.

Matritsaning elementlarini hisoblashda 1 tonna mahsulotlarga sarf qilingan xarajatlarga transport xarajatlarni qo'shamiz, asosiy boshlang'ich informatsiya 28.1-jadvalda keltirilgan. Bir qaraganda joylashtirish masalalasining jadvali taqsimot masalasiga tashqi ko'rinishdan va tarkibi o'xshash, lekin ularning farqi shundaki, taqsimot masalalarining satrlarida alohida ishlab chiqaruvchi korxonalar va ularning ehtiyojlari, joylashtirish masalasida esa, variantlar bo'yicha korxonalarning ishlab chiqarish quvvatlari joylashtirilgan. Joylashtirish masalasining bunday muhim jihati, iqtisodiy-matematik modelni tuzishini qiyinlashadi va juda ko'p hajmli hisoblashlarni bajarishga olib keladi. Yechimning murakkabligi nimada? Faraz qilaylik, masalani yechishda hamma ishlab chiqarish quvvatlari birgalikda foydalanilsin, ya'ni bir hisoblashda. Avval boshlang'ich reja tuzildi, keyin esa bu reja yaxshilab boriladi, taqsimot algoritmini qo'llab 28.1-jadvaldagi joylashtirish masalasining rejasi hosil qilinadi, ya'ni ishlab chiqarish quvvatlari variantlar bo'yicha iste'molchilarga berkitiladi.

28.2. Korxonalarni joylashtirishning boshlang'ich qiymatlari.

Korxonalarni joylashtirishni rejalashtirish

28.1-jadval.

| Joylashtirish punktlari | Korxonalarni bir sutkada ishlab chiqarish quvvati | Mahsulot birligining tannarxi | Iste'molchilar punktlari va talablari |            |            |            |
|-------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------|------------|------------|
|                         |                                                   |                               | $M_1$                                 | $M_2$      | $M_3$      | $M_4$      |
|                         |                                                   |                               | $B_1=30$                              | $b_2=40$   | $b_3=25$   | $b_4=20$   |
| P1                      | $a_{11}=30$                                       | $S_1^1=120$                   | $C_{11}=3$                            | $C_{12}=2$ | $C_{13}=3$ | $C_{14}=6$ |
|                         | $a_{12}=45$                                       | $S_1^2=110$                   | $C_{11}=3$                            | $C_{12}=2$ | $C_{13}=3$ | $C_{14}=6$ |
| P2                      | $a_{21}=20$                                       | $S_2^1=130$                   | $C_{21}=1$                            | $C_{22}=3$ | $C_{23}=2$ | $C_{24}=4$ |
|                         | $a_{22}=30$                                       | $S_2^2=120$                   | $C_{21}=1$                            | $C_{22}=3$ | $C_{23}=2$ | $C_{24}=4$ |
| P3                      | $a_{31}=45$                                       | $S_3^1=110$                   | $C_{31}=4$                            | $C_{32}=5$ | $C_{33}=4$ | $C_{34}=5$ |
|                         | $a_{32}=65$                                       | $S_3^2=100$                   | $C_{31}=4$                            | $C_{32}=5$ | $C_{33}=4$ | $C_{34}=5$ |

Masalaning shartini nazarga olgan holda, avval rejaga eng katta quvvatga ega bo'lgan korxonalarni tanlab, taqsimlab bajaramiz.

28.2-jadval.

| Joylashtirish punktlari | Variant-lar | Korxonalar quvvatlari | Iste'molchilar punktlari va talablari |          |          |          |           |
|-------------------------|-------------|-----------------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|
|                         |             |                       | $b_1=30$                              | $b_2=40$ | $b_3=25$ | $b_4=20$ | $b_5=120$ |
| $P_1$                   | 1           | 30                    | 123                                   | 122      | 121      | 126      | 30        |
|                         | 2           | 45                    | 113                                   | 40       | 112      | 116      | 0         |
| $P_2$                   | 1           | 20                    | 131                                   | 133      | 132      | 134      | 20        |
|                         | 2           | 30                    | 121                                   | 123      | 122      | 124      | 30        |
| $P_3$                   | 1           | 45                    | 114                                   | 115      | 114      | 5        | 40        |
|                         | 2           | 65                    | 30                                    | 104      | 106      | 20       | 15        |

Tuzilgan bu optimal rejani amaliyotda qo'llab bo'lmaydi. Rejadan ma'lumki,  $M_4$  iste'molchining talabini qondirish mumkin. Agar  $P_3$  joylashtirish punktida bitta korxona emas, ikkita korxona qurish kerakkim, unda ishlab chiqarish quvvatlari har xil bo'lgan korxonalar joylashtirilgan bo'lsa, ya'ni birgalikda ikki variant har bir joylashtirgan punktida rejaga kiritilgan, ikki variant qatnashishi mumkin emas, bu masala shartiga qarshi.

Aniq matematik optimallashtirish usullarini qo'llab joylashtirish masalasining optimal rejasini, aniqroq optimal rejaning qiymatiga yaqin reja hosil qilinadi. Agar bosqichma-bosqich matritsa har bir korxonaning bittadan ishlab chiqarish quvvati variantini nazarga olgan holda, matritsasiga hisoblashlar bajarilsa, joylashtirish masalasini yechishda bunday yondashish qiyinchiliklarga olib keladi va bu qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun katta hajmda hisoblashlarni hamda analitik amallarni bajarish kerak. Masalani yechish jarayonida quyidagi bosqichlarda amallarni bajarish kerak:

1. Har bir joylashtirish punkti uchun eng katta ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan variant tanlanadi, chunki bu holda ishlab chiqarish xarajatlari va tarnasport xarajatlar majmuasi eng kichik songa teng bo'ladi. Bunday variantlar eng katta ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan korxonalar hisoblanadi. Boshlang'ich jadvalni tuzishda faqat joylashtirish punktiga birtadan qator ajratiladi. Bu qatorda eng katta ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan variant joylashtiriladi va unda bo'lgan elementlar qiymati (umumiy xarajatlar) nazarga olinadi.

2. Eng katta ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan variantdan joylashtirishning boshlang'ich rejasi tuziladi. Biron taqsimot usuli yordamida boshlang'ich reja optimallikda tekshiriladi va ishlab chiqarish quvvatlariga

qayta taqsimot bajarib optimal reja tuziladi. Joylashtirish rejasini analiz qilib, ishlab chiqarish korxonalarining quvvatlari haqiqiy va faktiv iste'molchilar orasida qanday tarqatilganini aniqlash mumkin. Boshlang'ich optimal rejada shunday qatorlar bo'lishi mumkinki, ishlab chiqarish quvvatlari faqat real iste'molchilar orasida tarqatilgan; ishlab chiqarish quvvatlari bir vaqtda haqiqiy va faktiv iste'molchilar orasida tarqatilishi mumkin; ishlab chiqarish quvvatlari faqat fiktiv iste'molchilarga berkitilgan. Bizning masalada (28.3-jadval) birinchi va uchunchi qatorlarda ishlab chiqarish quvvatlari haqiqiy iste'molchilar orasida tarqatilgan, ikkinchi qator esa haqiqiy va fiktiv iste'molchilar orasida tarqatilgan.

3. Ishlab chiqarish quvvatini iste'molchilar orasida tarqatishni davom etamiz. Buning uchun shunday joylashtirish punktlarida variantlarni tanlaymizkim, ular haqiqiy va fiktiv iste'molchilar orasida qanday tarqatilgani va umumiy xarajatlar o'zgarishi analiz qilinadi.

## 28.3. Korxonalarning ishlab chiqarish quvvatlarini hisoblash.

Korxonalarni ishlab chiqarish quvvati variantlari orqali tanlash

28.3-jadval.

| Joylashtirish punktlari va korxonalar ishlab chiqarish quvvatlari | Variantlar ishlab chiqarish quvvati | Iste'molchilar va ularning talablari m bir sutkada |           |           |           | F5      |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
|                                                                   |                                     | $b_1=30$                                           | $b_2=40$  | $b_3=25$  | $b_4=20$  | 25      |
| P1=45                                                             | 2                                   | 5<br>113                                           | 40<br>112 | 113       | 116       | 0       |
| P2=30                                                             | 2                                   | 5<br>121                                           | 123       | 122       | 114       | 25<br>0 |
| P3=65                                                             | 2                                   | 20<br>104                                          | 105       | 25<br>104 | 20<br>105 | 0       |

28.4-jadval.

| Joylashtirish punktlari va sutkada korxonalar quvvatlari | Variantlar ishlab chiqarish quvvati | Iste'molchilar va ularning talablari T, sutkada |           |           |           | F5     |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|
|                                                          |                                     | 30                                              | 40        | 25        | 20        | 5      |
| P1=45                                                    | 2                                   | 5<br>113                                        | 40<br>112 | 113       | 116       | 0      |
| P2=30                                                    | 2                                   | 25<br>121                                       | 123       | 122       | 114       | 5<br>0 |
| P3=45                                                    | 1                                   | 0<br>114                                        | 105       | 25<br>114 | 20<br>115 | 0      |



| Joylashtirish punktlari va sutkada korxonalar quvvatlari | Variantlar ishlab chiqarish quvvati | Iste'molchilar va ularning talablari T, sutkada |                   |                   |                   | F5 |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----|
|                                                          |                                     | $b_1=30$                                        | $b_2=40$          | $b_3=25$          | $b_4=20$          |    |
| $P_1=30$                                                 | 1                                   | <sup>123</sup>                                  | <sup>122</sup> 30 | <sup>123</sup>    | <sup>126</sup>    | 0  |
| $P_2=20$                                                 | 1                                   | 20 <sup>131</sup>                               | <sup>133</sup>    | <sup>132</sup>    | <sup>134</sup>    | 0  |
| $P_3=65$                                                 | 2                                   | 10 <sup>104</sup>                               | 10 <sup>105</sup> | 25 <sup>104</sup> | 20 <sup>105</sup> | 0  |

$F = 13070$  ming so'm

4. Keyingi hisoblashlarda ishlab chiqarish quvvatini shunday tanlash kerakki, variantlar bo'yicha quvvatlarning yig'indisi iste'molchilar talablariga teng bo'lsin, buni ikki usulda bajarish mumkin:

A).  $P_3$  punktida (28.4-jadval) birinchi variant,  $P_1$  va  $P_2$  punktlar uchun ikkinchi ishlab chiqarish variantlarining quvvatlari o'zgarmasdan tanlanadi.

B).  $P_1$  va  $P_2$  punktlar uchun birinchi variantlar,  $P_3$  punkt uchun ikkinchi variant ishlab chiqarish quvvati tanlanadi.

Birinchi (a) holda variantlarni tanlash, foydalanmagan ishlab chiqarish quvvatini bir sutkada kamaytirdi. Ikkinchi (b) holatda variantlar bo'yicha ishlab chiqarish quvvati iste'molchilar orasida butunlay tarqatiladi, talablar butunlay qoniqtiriladi. Rejalar orasida maqsad funksiyani nazarga olgan holda solishtirish asosida, uning eng yaxshisi tanlanadi.

5. Taqsimot usullarini qo'llab, joylashtirish masalasi uchun rejalar ishlab chiqarish quvvatlari tanlangan variantlarga ko'ra hisoblanadi. Masalan 28.4. jadvalda birinchi usulda ishlab chiqarish quvvatini tarqatishi keltirilgan.

Optimal rejaning maqsad funksiyasi teng.

$$F(x) = 5 \cdot 113 + 40 \cdot 112 + 25 \cdot 121 + 500 + 0 \cdot 114 + 25 \cdot 114 + 25 \cdot 114 + 20 \cdot 115 = 13220 \text{ ming s.}$$

Ikkinchi usulda optimal rejaning maqsad funksiyasi quyidagicha hisoblanadi. (28.5 jadval).

$$F(x) = 30 \cdot 122 + 20 \cdot 131 + 10 \cdot 104 + 10 \cdot 105 + 25 \cdot 104 + 20 \cdot 105 = 13070 \text{ ming so'm.}$$

6. Variantlar bo'yicha hisoblangan joylashtirish rejaları solishtiriladi va ulardan eng effektiv bo'lgani tanlanadi. Shunday qilib tuzilgan rejalarni solishtirib, xulosa qilish mumkinki, ikkinchi reja (28.5 -jadval.) eng optimal reja ekan, unda umumiy ishlab chiqarish xarajatlari va transport xarajatlar oz hamda har bir punktda bittadan loyiha asosida tanlangan ishlab chiqarish quvvati joylashtirilgan. Birinchi rejada talablar qondiriladi, lekin  $P_2$

punktdagi ishlab chiqarish quvvatining 5 tonnasi sutkada foydalanmasdan qoladi. Foydalanmay qolgan 5 tonna mahsulot, albatta umumiy xarajatlarga ta'sir etmay qolmaydi.

Amaliyotda shunday rejalar tuzishga to'g'ri keladiki, ularda juda ko'p joylashtirish punktlari va bir necha iste'molchilar qatnashadi, bunday ko'p o'lchovli joylashtirish masalasini optimallashtirishda, juda ko'p o'lchovli matritsalar ustida amallar bajarishga to'g'ri keladi va hisoblashni qiyinlashtiradi, shuning uchun bunday hollarda, joylashtirish masalasini EHM yordamida optimal yechimini aniqlash mumkin.

### **Tayanch iboralar**

Joylashtirishini rejalashtirish, optimallashtirish, ochiq model, yalpi model, talab, ishlab chiqarish quvvatlari, optimal reja, ko'p o'lchovli matritsalar.

### **Xulosa**

Yangi korxonalarni joylashtirish rejalashtirish uchun berilgan boshlang'ich qiymatlardan foydalanib, loyihalarni tanlab taqsimot bajariladi va maqsad funksiya hisoblanadi, yangi rejalarini tuzish yopiq model bo'yicha davom etiladi. Hosil qilingan reja tahlil etiladi. Optimallashtirish usulidan xulosa qilish mumkinki, joylashtirish masalasida ham taqsimot masalasidan foydalanish mumkin ekan.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Korxonalarni joylashtirish uchun qanday boshlang'ich qiymatlar berilishi kerak?
2. Har bir punktda ishlab chiqarish korxonasi necha variantda qatnashishi kerak?
3. Joylashtirish masalasida qanday xarajatlar qatnashadi?
4. Joylashtirish masalasida reja ochiq yoki yopiq model hisoblanadi?
5. Joylashtirish masalasi qanday tur masalasiga kirishi kerak?
6. Joylashtirish qanday ekstremal masalaga kiradi?
7. Joylashtirish masalasida ishlab chiqarish quvvati qanday tanlanadi?

## **VIII BOB. ISHLAB CHIQUARISH QUVVATLARINI YUKLASHNI REJALASHTIRISH**

### **§ 29. ISHLAB CHIQUARISH MAHSULOTLARINING TAQSIMOT MASALASI.**

**29.1. Ishlab chiqarish mahsulotlari taqsimotining mohiyati.**

**29.2. Jihozlarni yuklashning optimal rejasining boshlang'ich qiymatlari.**

**29.3. Jihozlarni yuklashni optimal rejasining modeli.**

**29.1. Ishlab chiqarish mahsulotlari taqsimotining mohiyati.**

Ishlab chiqarish korxonalarining muhim texnik iqtisodiy va operativ rejalashtirish masalasi, bu mahsulot ishlab chiqarish masalasi. Korxonani rejalashtirish, bu ishlab chiqarish mahsulotini alohida sexlar, konveyerlar, mashinalar va mashinalar gruppasi, ishchilar guruhlari orasida tarqatib chiqish hisoblanadi.

Korxonalarni va ishlab chiqarish korxonalarining bo'linmalarini tanlashi, mahsulotlarni assortimen (turlar) bo'yicha ishlab chiqarish uchun maxsuslashgani, texnologik va tashkiliy texnik sharoitlar asosida tanlanadi.

Mahsulot ishlab chiqarishni korxonalar va bo'linmalar orasida berkitishni amaliy qo'llanishi bu rejani mexanik yeyilmasidir. Oziq-ovqat sanoati va yengil sanoatlar orasida bunday yondashish har doim o'rinlidir. Mahsulot ishlab chiqarish rejasi korxonaning loyiha bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish quvvatiga asoslangan. Korxonaning iqtisodiy ko'rsatkichlari ba'zi hollarda nazarga olinmaydi. Bunday tarzda ishlab chiqarish programmasini rejalashtirish iqtisodiy tomondan yaxshi iqtisodiy natijalarga olib kelmaydi.

Hosil qilinadigan reja bo'yicha topshiriqlarning iqtisodiy samarasini aniqlashda konkret iqtisodiy mezon tanlanishi kerak. Masalaning qo'yilishiga ko'ra, bu iqtisodiy mezon ishlab chiqaradigan mahsulot hajmi, kirimlar yig'indisi, vaqt va mehnat xarajatlar yig'indisi, xomashyolar, materiallar va energetik resurslarning xarajatlari va hokazolar bo'lishi mumkin. Tanlangan optimal mezon bo'yicha (iqtisodiy ma'nosiga ko'ra) ishlab chiqaradigan mahsulotlarni tarqatish uchun chiziqli programmashtirish usullarini qo'llab hisoblash mumkin.



Korxonaning bo'linmalari uchun mahsulot ishlab chiqarish masalasining yechimi aniq yoki takribiylik taqsimot usullarini qo'llab hosil qilinadi.

Ishlab chiqarish masalalari o'zining mazmuniga ko'ra taqsimot masalalaridan farq qiladi, bunga misol bo'lib, ishlab chiqarish mashinalarini yuklash masalasining iqtisodiy-matematik modeli bo'la oladi.

## 29.2. Jihozlarni yuklashning optimal rejasini boshlang'ich qiymatlari.

Jihozlarni yuklash masalasining matematik tasviri prinsipial ravishda transport masalalarining tasviridan farq qilmaydi, ba'zi qo'shimcha parametrlar modelga kiritilishi esa, qandaydir darajada iqtisodiy-matematik modelni murakkablashtiradi, masalaning yechimini hisoblashni qiyinlashtiradi.

Korxona ishlab chiqarish jihozlarini (mashinalarni) yuklash masalasini iqtisodiy-matematik modelini, non mahsulotlari ishlab chiqarish kombinati misolida aniqlaymiz.

Masalaning qo'yilishi: Non kombinati to'rtta sistemali tandirlarga ega bo'lib, ularni mos ravishda  $P_1, P_2, P_3, P_4$  bilan belgilaymiz. Shu sistemalarni ishga solib, kombinat to'rt sortlarda donali non ishlab chiqaradi: massasi 1 kg bo'lgan oliy novli undan tayyorlangan non; massasi 1,4 kg bo'lgan oliy navli undan tayyorlangan non; massasi 1 kg bo'lgan II navli bug'doy undan tayyorlangan non; massasi 0,8 kg bo'lgan I nav bug'doy undan tayyorlangan non. Bunday novlardagi nonlarni  $M_1, M_2, M_3, M_4$  bilan belgilaymiz.

Faqat 1,4 kg massaga ega bo'lgan novli non  $P_1, P_2$  tandirlar (tandirlar)ga pishiriladi, qolgan nonlar novlari hamma tandirlarga pishiriladi. Mahsulot ishlab chiqarish rejası bir oyda tuziladi. Shularni nazarga olgan holda 29.1- jadvalda boshlang'ich qiymatlar keltirilgan: nonga nonlar bo'yicha talablar, tonnada, tandir (tandirlar) sistemasi, ularning bir sutkada non ishlab chiqarish quvvati, tonnalarda hamda bir oyda ishlaydigan (sutkalar) kunlar soni keltirilgan.

29.1-jadval

| Tandirlar sistemasi | Non navlari, tandirlarning ishlab chiqarish quvvatlari, t. /sutka |       |       |       | Bir oyda ish kuni fondi (sutkada) |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
|                     | $M_1$                                                             | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ |                                   |
| $P_1$               | 12                                                                | 14    | 11    | 10    | 30                                |
| $P_2$               | 13                                                                | 15    | 12    | 11    | 30                                |
| $P_3$               | 15                                                                | -     | 15    | 13    | 30                                |
| $P_4$               | 26                                                                | -     | 24    | 22    | 26                                |
| Nonga talablar, t   | 520                                                               | 525   | 400   | 440   |                                   |

Jadvaldan ma'lumki, tandirlarning bir sutkadagi ishlab chiqarish quvvatlari har xil sonlarga teng. Masalan,  $P_1$  tandir  $M_1$  novdagi nondan 12 tonna,  $P_3$  tandir esa  $M_4$  novdagi nondan 16 tonna non ishlab chiqaradi.  $M_2$  novdagi nondan  $P_3, P_4$  tandirlar sistemalarida pishirilmaydi va hokazo.

Bu masalaning iqtisodiy mezon uchun tandirlarni non yuklash rejasining optimallashtirishi qo'yilgan bo'lsa, ya'ni non mahsulotlarini ishlab chiqarishdagi xarajatlar, ishlab chiqarish xarajatlari, bunda unning puli, un va boshqa xarajatlar nazarga olinmagan holda (29.2-jadval).

29.2-jadval

| Tandirlar sistemasi | Non navlari, xarajatlar, pul birligida |       |       |       |
|---------------------|----------------------------------------|-------|-------|-------|
|                     | $M_1$                                  | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ |
| $P_1$               | 13                                     | 12    | 14    | 13    |
| $P_2$               | 12                                     | 11    | 13    | 15    |
| $P_3$               | 14                                     | -     | 15    | 16    |
| $P_4$               | 11                                     | -     | 12    | 14    |

### 29.3. Jihozlarni yuklashning optimal rejasining modeli.

Iqtisodiy-matematik model tuzish uchun  $X_{ij}$  orqali  $i$  – tandir stemasini  $j$  novdagi non mahsulotini ishlab chiqarish uchun iftlanadigan sutkalar sonini belgilaymiz.

Har bir tandir bir oyda cheklangan sutkaga teng bo'lgan ish fondiga ega, bu fondan qisman, yoki butunlay foydalanish mumkin, ya'ni 30 tkagacha foydalanishi mumkin, lekin  $P_4$  tandirning bir oyda ishlashi 26 sutka (kunga)ga teng va hokazo.

Bunday boshlang'ich qiymatlarni nazarga olgan holda, qatorlar quyidagi cheklanishlar sistemasi o'rinli :

$$\left. \begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} &\leq 30 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} &\leq 30 \\ X_{31} + X_{33} + X_{34} &\leq 30 \\ X_{41} + X_{43} + X_{44} &\leq 26 \end{aligned} \right\} \quad (I)$$

Agar  $P_1$  tandir  $M_1$  novdagi non ishlab chiqarsa,  $X_{11}$  sutkada, ya'ni bu tda hammasi bo'lib  $13X_{11}$  tonna non ishlab chiqaradi, shunday usulda hqa tandirlarning ham non ishlab chiqarilishini aniqlashimiz mumkin.  $P_1$  dir  $M_2$  navli nondan  $12X_{12}$  t.,  $P_3$  tandir esa,  $M_4$  non navidan –  $16X_{34}$

r. va hokazo. Masalaning shartiga ko'ra, har non novlariga talablar aniqlangan. Non kombinati esa, qancha nonga talab bo'lsa, shuncha non pishirib iste'molchilarga yetkazib berishi kerak. Bunday shart, shunday tengliklar bilan ifodalanadi, har bir nonning turi bo'yicha ishlab chiqarishi tandirlar sistemasi bo'yicha o'sha non navlariga bo'lgan talabga teng bo'lishi kerak.

$$\left. \begin{aligned} 12X_{11} + 13X_{21} + 15X_{31} + 26X_{41} &= 520 \\ 14X_{12} + 15X_{22} &= 525 \\ 11X_{13} + 12X_{23} + 15X_{33} + 24X_{43} &= 400 \\ 10X_{14} + 11X_{24} + 13X_{34} + 22X_{44} &= 440 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Maqsad funksiya, ya'ni bir oylik non ishlab chiqarish rejasini bajarish uchun umumiy ishlab chiqarish xarajatlarini aniqlashimiz kerak.

$$F(x) = 13 \cdot 12X_{11} + 12 \cdot 14X_{12} + 14 \cdot 11X_{13} + \dots + 14 \cdot 22X_{44} = 156X_{11} + 168X_{12} + 154X_{13} + \dots + 308X_{44} \rightarrow \min \quad (3)$$

Iqtisodiy - matematik modelni qisqa ko'rinishda - yig'indilar orqali ifodalash mumkin.

Yo'llar bo'yicha noma'lumlar yig'indisi bir oylik ish kunlarda-vaqt bo'yicha, tandirlarning oylik ish fondidan oshmaslik sharti o'rinni:

$$\sum_{j=1}^4 X_{ij} \leq a_i, \quad i = \overline{1,4} \quad (4)$$

bunda  $a_i$  - i tandir sistemasini bir oylik non ishlab chiqarish vaqt fondini ifodalaydi.

Nonga talabni aniqlashda o'tkazuvchi  $\lambda_{ij}$  koeffitsient kiritiladi; bu koeffitsiyent bir sutkada ishlab chiqaradigan i tandir sistemasini ifodalaydi.

Masalan  $\lambda_{34}$   $P_3$  tandir ish quvvatini  $M_4$  novli non ishlab chiqarishini ifodalaydi:

$$\sum_{i=1}^4 \lambda_{ij} X_{ij} = b_j, \quad j = \overline{1,4} \quad (5)$$

Agar  $S_j$  orqali ishlab chiqarish xarajatlarini I-tandirning  $l_j$  j-nov nonni pishirishida belgilasak, u holda umumiy xarajatlar quyidagicha hisoblanadi, bu qiymat eng kichik songa teng bo'lishi kerak:

$$F(x) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 C_{ij} * \lambda_{ij} * X_{ij} \rightarrow \min \quad (6)$$



Hamma o'zgaruvchilar  $X_{ij}$  hamda o'tkazuvchi koeffitsiyentlar  $\lambda_{ij}$  musbat qiymatlarga teng bo'lish sharti o'rinli :

$$X_{ij} \geq 0, \quad \lambda_{ij} \geq 0 \quad (7)$$

Shunday qilib, ishlab chiqarish korxonalari jihozlarni yuklash masalasini shunday ifodalash mumkin: non mahsulotlari tandirlar orasida taqsimlash mumkinki, ularning ish muddati bir oyda tandirlar sistemasining oylik vaqt fondidan oshmasligi, ishlab chiqaradigan non hajmi iste'molchilar talabini qondirishi kerak.

Xususiy holda tandirlarni (jihozlarni) yuklash masalasini umumiy holini ham ifodalash mumkin, bunda o'zgaruvchilarning indeksleri va  $i=1, m, \quad j=1, n$  gacha o'zgaradi.

### **Tayanch iboralar**

Operativ rejalashtirish, mahsulotlar ishlab chiqarishni tarqatish, assortiment, berkitish, mezon, ish fondi, tandirlar quvvatlari, IMM, minimum masala.

### **Xulosa**

Ishlab chiqarish quvvatlarini yuklash bu ishlab chiqaradigan mahsulotlarni alohida sexlar, konveyerlar, mashinalar va mashinalar guruhi hamda ishchilar guruhlari orasida tarqatib chiqish hisoblanadi, aniq mezon tanlab bajariladi. Masalan, non zavodi uchun standart tandir tanlab, boshlang'ich qiymatlar shu standart tandir birliklariga aylantiriladi va masalaning IMMi yechiladi.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Ishlab chiqarish mahsulotlari taqsimotining mohiyati nima?
2. Jihozlarni yuklash masalasini taqsimot masalasidan farqini ifodalang.
3. Jihozlarni yuklash masalasining mezoning ifodalang.
4. Jihozlarni yuklash masalasida boshlang'ich qiymatlarni ifodalang.
5. Jihozlarni yuklash masalasida noma'lumlar ( $X_{ij}$ ) nimani belgilaydi?
6. Jihozlarni yuklash masalasi necha cheklanishlar sistemasidan iborat?
7. Jihozlarni yuklash masalasida o'zgaruvchilarning musbatlik shartining iqtisodiy ma'nosini ifodalang.
8. Masalada maqsad funksiya qanday ekstremal qiymatga ega?

### §30. ISHLAB CHIQUARISH JIHOZLARINI YUKLASH REJASINING MODELINI HISOBLASH

30.1. Informatsiyalarni dastlab tayyorlash.

30.2. Xarajatlarni qayta hisoblash.

30.3. Optimal rejani tuzish usuli.

30.1. Informatsiyalarni dastlab tayyorlash.

Ma'lumki qanday ishlab chiqarish korxonasi bo'lmasin, yangi texnologiyalarni qo'llab ishlab chiqarish jihozlaridan foydalanadi.

Jihozlarni yuklashni hisoblash uchun boshlang'ich informatsiyalardan foydalanamiz. Masalani yechishdan asosiy maqsad, non mahsulotlarni tandirlar sistemasi orasida bo'lishini shunday bajarish kerakki, tandirlarni ishlab chiqarish quvvatlaridan to'liq foydalanib bo'lsin. Yuqoridagilardan ma'lumki, korxonaning quvvatini yuklash masalasi taqsimot masalasining turidan farq qiladi. Taqsimot yoki taklif va talab masalasida ehtiyoj tonnalar bilan ifodalanadi.

Jihozlarni yuklash masalasida esa, korxona ehtiyojlari yo'q. Bularning o'rnida har bir tandirdan bir oyda, sutka (kunlar)lar ish vaqti — fondi berilgan, non mahsulotlariga talab esa tonnalarda, bir oyda ifodalangan. Tandirlarning non ishlab chiqarish quvvati bir sutkada (tonna) jadvalning kataklarida berilgan, masalan, tandir  $P_2$  bir sutkada  $M_3$  novdagi nondan 12 tonna ishlab chiqaradi.

Boshlang'ich qiymatlar 1-jadvalda — tandirlarning ishlab chiqarish quvvati va 2-jadval — mahsulot ishlab chiqarish xarajatlari keltirilgan.

1 - jadval.

| Tandirlar sistemasi va ularning ish fondi (sutka) |    | Non navlari va talablar, tonna |       |       |       | Indeksar |
|---------------------------------------------------|----|--------------------------------|-------|-------|-------|----------|
|                                                   |    | $M_1$                          | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ |          |
|                                                   |    | 520                            | 525   | 408   | 352   |          |
| P1                                                | 30 | 11,7                           | 13,5  | 10,8  | 9,9   | 0,9      |
| P2                                                | 30 | 13,0                           | 15,0  | 12,0  | 11,0  | 1        |
| P3                                                | 30 | 15,6                           | -     | 14,4  | 13,2  | 1,2      |
| P4                                                | 26 | 26,0                           | -     | 24,0  | 22,0  | 2        |

Mahsulotlarning birligini ishlab chiqarish uchun sarflangan xarajatlar  $S_{ij}$  2-jadvalda berilgan. 2-jadval.

| Tandirlar sistemasi | Non navlari (sortlar), xarajatlar |       |       |       |
|---------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|
|                     | $M_1$                             | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ |
| $P_1$               | 13                                | 12    | 14    | 13    |
| $P_2$               | 12                                | 11    | 13    | 15    |
| $P_3$               | 14                                | -     | 15    | 16    |
| $P_4$               | 11                                | -     | 14    | 14    |

1-jadvalning qiymatlarini nazarga olgan holda, tandirlarni ishlab chiqarish quvvatlarini solishtirib, standart tandirni tanlaymiz. Standart tandir uchun  $P_2$  tandirni tanlaymiz. Qolgan tandirlar sistemasi quvvatini  $P_2$  tandirning quvvatiga bo'lib, tandirlarni indekslarini  $P_2$  ga nisbatan aniqlaymiz. Tandirlarning indekslari 1-jadvalning oxirgi ustunida ifodalangan (0,9; 1; 1,2; 2) Standart  $P_2$  tandirning indeksi birga teng deb hisoblanadi. Hamma berilgan 1-jadvalda, 2-jadvaldagi boshlang'ich qiymatlarni  $P_2$  standart tandir indeksini ( $K^1_2$ ) nazarga olgan holda, dastlab qayta  $P_2$  tandirga nisbatan o'tkazamiz.

### 30.2. Xarajatlarni qayta hisoblash.

Avval hamma tandirlar sistemasining ishlab chiqarish xarajatlarini standart tandirning xarajatlariga nisbatan o'tkazamiz.

Buning uchun xarajatlar  $S_{ij}$  matritsasini standart tandirning  $\lambda_{2j}$  ishlab chiqarish vektoriga ko'paytiramiz, ya'ni

$$\Pi_j \cdot M_j = \begin{bmatrix} P_2 & 13.0 & 15.0 & 12.0 & 11.0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 \\ 13 & 12 & 14 & 13 \\ 12 & 11 & 13 & 15 \\ 14 & - & 15 & 26 \\ 11 & - & 14 & 14 \end{bmatrix}$$

Vektorning matritsaga ko'paytmasi qoidasi asosida hosil qilamiz.

Standart tandirga nisbatan xarajatlar quyidagi ko'rinishda ifodalanadi.

3-jadval.

| $M_1$               | $M_2$               | $M_3$               | $M_4$               |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $13 \cdot 13 = 169$ | $12 \cdot 15 = 180$ | $14 \cdot 12 = 168$ | $13 \cdot 11 = 143$ |
| $12 \cdot 13 = 156$ | $11 \cdot 15 = 165$ | $13 \cdot 13 = 156$ | $15 \cdot 11 = 165$ |
| $14 \cdot 13 = 172$ | -                   | $15 \cdot 12 = 180$ | $26 \cdot 11 = 286$ |
| $11 \cdot 13 = 143$ | -                   | $14 \cdot 12 = 168$ | $14 \cdot 11 = 154$ |



II Tandirlar sistemalarining bir oylik ish kunlarini standart tandir birligiga nisbatan o'tkazamiz.

Standart tandirga nisbatan bir oylik tandir — sutka fondi.

4-adval.

| Tandirlar sistemasi | Bir oylik ish fondi | Indeksar                                       | Bir oylik standart tandir ish fondi |
|---------------------|---------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| $P_1$               | 30                  | 0,9                                            | 27                                  |
| $P_2$               | 30                  | 1.0                                            | 30                                  |
| $P_3$               | 30                  | 1,2                                            | 36                                  |
| $P_4$               | 20                  | 2.0                                            | 52                                  |
|                     |                     | Jami 145 tandir kun standart tandirga nisbatan |                                     |

III. Non novlariga bo'lgan talab qiymatlarning ham standart tandir-kunga talab qancha bo'lganini aniqlaymiz. Buning uchun non novlariga bo'lgan talab son qiymatlarini standart tandirning bir sutkada mahsulot ishlab chiqarish quvvatiga mos ravishda bo'lib, standart tandirning bir oyda qancha tandir-sutkaga talabni aniqlaymiz; masalan,  $M_1$  novli nonga bo'lgan talabni qondirish uchun  $520:13=40$  sutka standart tandir ishlashi kerak,  $M_2$  novli nonga talabni qondirishda 35 sutka standart tandir ishlashi kerak ekan va hokazo.

Standart tandir-sutkaga bo'lgan talab:

5-jadval.

| Non navlari | Bir oyda nonga bo'lgan talab T | Sutkada standart-tandir quvvati, T | Standart tandir-sutkaga bo'lgan talab |
|-------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| $M_1$       | 520                            | 13.0                               | 40                                    |
| $M_2$       | 525                            | 15.0                               | 35                                    |
| $M_3$       | 408                            | 12.0                               | 34                                    |
| $M_4$       | 352                            | 11.0                               | 32                                    |
|             |                                | Jami                               | 141                                   |

Endi bir oydagi standart tandir — sutka fondini (145 sutka) va standart tandir-sutkada talabni (141 sutka) solishtirib ko'rish mumkinki,  $145-141=4$  sutka ortiq, ya'ni bir oydagi tandir-sutka fondi talabni qondirib, yana 4 sutkada ortiq bo'lib qolar ekan, bu iqtisodiy-matematik modelni ochiqqligini ifodalaydi.

Oxirgi 3,4,5- jadvallarni birlashtirib boshlang'ich qiymatlarni standart-tandirga nisbatan boshlang'ich qiymatlarni taqsimot jadvalini tuzamiz:

Standart tandirga nisbatan boshlang'ich qiymatlar (6-jadval)

| Tandirlar sistemasi, bir oylik tandir-sutka fondi |    | Non navlari va standart-tandir ish sutkasiga bo'lgan talablar |          |          |          |        |
|---------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|--------|
|                                                   |    | $M_1=40$                                                      | $M_2=35$ | $M_3=34$ | $M_4=32$ | Fikt=4 |
| $P_1$                                             | 27 | 169                                                           | 180      | 168      | 143      | 0      |
| $P_2$                                             | 30 | 156                                                           | 165      | 156      | 165      | 0      |
| $P_3$                                             | 36 | 172                                                           | -        | 180      | 176      | 0      |
| $P_4$                                             | 52 | 143                                                           | -        | 168      | 154      | 0      |

Bu jadvalning asosiy kataklarida xarajatlar standart-tandirga nisbatan bir sutkada ifodalangan. Iqtisodiy-matematik model ochiq model bo'lgani uchun fiktiv ustun iste'molchi Fikt=4 qo'shilgan, ya'ni talablar qondiriladi, yana 4 tandir-sutka ish qo'shimchabajarish mumkin. Fiktiv ustunda esa ma'lumki xarajatlar qiymatlari nolga (0) teng deb qabul qilinadi. Jadvalda yana standart-tandirga nisbatan ehtiyojlar va talablar keltirilgan, ish-stuka birligida.

### 30.3. Optimal rejani tuzish usuli.

Boshlang'ich rejani bir oylik standart-tandirning ish kuni fondini nazarga olgan holda, taqsimot usulini qo'llab ehtiyojlarni iste'molchilar talablarini qondirishga urinamiz. Taqsimotni bajarish uchun ustunlar bo'yicha eng kichik elementlar usulini qo'llaymiz, agar boshlang'ich qiymatlar 7- jadvalda berilgan bo'lsa.

7-jadval.

| Tandirlar sistemasi va tandir-sutka fondi |    | Non novlari va standart-tandir ish sutkasiga bo'lgan talablar |           |              |            |                 | $U_i$ yo'llar bo'yicha potentsiallar |
|-------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------|-----------|--------------|------------|-----------------|--------------------------------------|
|                                           |    | $M_1=40$                                                      | $M_2=35$  | $M_3=34$     | $M_4=32$   | Fikt=4          |                                      |
| $P_1$                                     | 27 | 169<br>+                                                      | 180<br>5  | 168<br>22    | 143<br>+ 0 | 0<br>+          | $U_1=0$                              |
| $P_2$                                     | 30 | 143<br>+                                                      | 156<br>30 | 165<br>153   | 156<br>128 | 165<br>-48      | $U_2=15$                             |
| $P_3$                                     | 36 | 172<br>(-4)                                                   | -         | 180<br>(-21) | 176<br>32  | 0<br>4          | $U_3=33$                             |
| $P_4$                                     | 52 | 176<br>40                                                     | 143<br>-  | 201<br>12    | 168<br>154 | 143<br>+<br>-33 | $U_4=0$                              |
| $V_j$ ustun potentsiallari                |    | $V_1=143$                                                     | $V_2=180$ | $V_3=168$    | $V_4=143$  | $V_5=-33$       |                                      |

Boshlang'ich rejaning maqsad funksiyasini hisoblaymiz.

$$F_0(x) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 C_{ij} X_{ij} = 180 \cdot 5 + 168 \cdot 22 + 165 \cdot 30 + 176 \cdot 32 + 0 \cdot 4 + 154 \cdot 12 = 22914$$

million so'm.

Boshlang'ich rejani optimal darajagacha yetkazamiz, buning uchun optimallashtirishning potensial usulini qo'llaymiz. Ma'lumki, potensial usulni qo'llaganda taqsimot qiymatlar qabul qilingan kataklar soni uchun quyidagi shart o'rinli bo'lishi kerak:

$$K = m + n - 1$$

Tuzilgan boshlang'ich rejada to'ldirilgan kataklar soni  $K=7$  ga teng, lekin shartga ko'ra  $K=8$  bo'lishi kerak, shart bajarilmaydi.

Yopiq zanjir tuzish uchun bitta to'ldirilgan katak yetmaydi, buning uchun aynish katakni aniqlash kerak. Aynish katak  $P_1M_4$  hisoblanadi, bu katakda  $0^*$  bilan to'ldiriladi.

A). Optimallashtirishni potensial usulini qo'llaymiz. Birinchi qatorning potensialini  $U_1=0$  teng deb qabul qilamiz, bu potensial orqali  $M_2, M_3, M_4$  ustun potensiallarini hisoblaymiz: bunda

$$S_{ij} = U_i + V_j; \quad V_j = C_{ij} - U_i;$$

$U_i = C_{ij} - V_j$ , shartlaridan foydalanamiz. Yo'l  $U_1$  potensialligi «0» ga teng deb ustun potensiallarini hisoblaymiz.

$$V_2 = 180 - 0 = 180, \quad V_3 = 168 - 0 = 168, \quad V_4 = 143 - 0 = 143$$

Ustunlarning potensiallaridan foydalanib,  $U_3, U_4$  yo'l potensiallarini aniqlaymiz:  $U_3=33, U_4=0$  va hokazo.

B). Yo'llar va ustunlar bo'yicha potensiallarning yig'indisini har bir taqsimot bajarilmagan kataklar uchun hisoblaymiz va bo'sh kataklarning ostki chap tomoniga joylashtiramiz:

$$m_{ij} = u_i + V_j$$

V). Har bir bo'sh katak uchun xarakteristikalarini  $-S_{ij}$  hisoblaymiz. Xarakteristika bu masalada xarajatlar va potensiallar yig'indisi  $-m_{ij}$  oralaridagi ayirmalar hisoblanadi:

$$S_{ij} = C_{ij} - m_{ij}$$

$$\text{Masalan: } S_{11} = C_{11} - m_{11} = 169 - 13 = 26 > 0$$



Xarakteristikalar bo'sh kataklarda musbat (+) qiymatga ega, faqat ikkita bo'sh katakda  $P_3M_1, P_3M_3$  xarakteristikalar manfiy qiymatlarga ega. Manfiy xarakteristikalar orasida eng kichigini tanlaymiz:

$$\min(-4, -21) \rightarrow (-21)$$

Eng kichik manfiy xarakteristika  $P_3M_3$  katakda joylashgan:  $S_{33} = -21$  Shu  $P_3M_3$  bo'sh katak uchun yopiq to'g'ri burchakli zanjir tuzamiz,  $P_1M_4$  katak esa, aynish katak. Bu qiymatlarni zanjirda joylashtiramiz (1-rasm).

|          |                                                                                |          |    |    |     |          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|----------|----|----|-----|----------|
| $P_1M_3$ | <table><tr><td>22</td><td>+0</td></tr><tr><td>+0</td><td>-32</td></tr></table> | 22       | +0 | +0 | -32 | $P_1M_4$ |
| 22       | +0                                                                             |          |    |    |     |          |
| +0       | -32                                                                            |          |    |    |     |          |
| $P_3M_3$ |                                                                                | $P_3M_4$ |    |    |     |          |

1- rasm.

Tuzilgan to'g'ri burchakli zanjir bo'yicha qayta taqsimot bajarish kerak, buning uchun avval qayta taqsimot yo'nalishini aniqlash kerak, ya'ni manfiy taqsimotlar orasida eng kichigini tanlaymiz:

$$\min(22, 32) \rightarrow 22 \rightarrow P_1M_3$$

Qayta taqsimotning yo'nalishi  $P_1M_3$  katakdan  $P_3M_3$  katak tomoniga bo'lishi kerak:

$$P_1M_3 \rightarrow P_3M_3$$

Qayta taqsimotni shunday bajarish kerakki yo'llar va ustunlar bo'yicha, qayta taqsimotlar yig'indilari o'zgarmasin (2-rasm)

|          |                                                                             |          |    |    |   |          |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|----------|----|----|---|----------|
| $P_1M_3$ | <table><tr><td>0</td><td>22</td></tr><tr><td>22</td><td>0</td></tr></table> | 0        | 22 | 22 | 0 | $P_1M_4$ |
| 0        | 22                                                                          |          |    |    |   |          |
| 22       | 0                                                                           |          |    |    |   |          |
| $P_3M_3$ |                                                                             | $P_3M_4$ |    |    |   |          |

2-rasm.

Qayta taqsimotning yopiq zanjir bo'yicha qiymatini jadvalga kiritib, yangi reja tuzamiz (8-jadval).

8-jadval.

| Tandirlar sistemasi va tandir-sutka fondi |    | Non novlari va standart-tandir ish sutkasiga bo'lgan talablar |                    |                    |                    |          | U <sub>i</sub> yo'llar bo'yicha potens |
|-------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|----------------------------------------|
|                                           |    | M <sub>1</sub> =40                                            | M <sub>2</sub> =35 | M <sub>3</sub> =34 | M <sub>4</sub> =32 | F=4      |                                        |
| P <sub>1</sub>                            | 27 | 169<br>122                                                    | 180<br>5           | 168<br>147         | 143<br>22          | 0<br>-33 | 0                                      |
| P <sub>2</sub>                            | 30 | 156<br>107                                                    | 165<br>30          | 156<br>132         | 165<br>128         | 0<br>-48 | -15                                    |
| P <sub>3</sub>                            | 36 | 172<br>155                                                    | -                  | 180<br>22          | 170<br>10          | 0<br>4   | 33                                     |
| P <sub>4</sub>                            | 52 | 143<br>40                                                     | -                  | 168<br>12          | 154<br>(-10)       | 0<br>-12 | 21                                     |
| V <sub>i</sub> ustun potensiali           |    | 122                                                           | 180                | 147                | 143                | -33      |                                        |

Maqsad funksiyaning qiymatini hisoblaymiz:

$$F_0(x) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 C_{ij} X_{ij} = 22452 \text{ mln. so'm}$$

Maqsad funksiyaning boshlang'ich reja maqsad funktsiyasi bilan ayirmasini hisoblaymiz:

$$\Delta F(x) = F_0(x) - F_1(x) = 22914 - 22452 = 462 \text{ mln. so'm}$$

Yangi tuzilgan reja 22452 mln. so'mga teng, ya'ni  $F_0(x)$  funksiyadan maqsad  $F_1(x)$  funksiya 452 pul birligiga kamaygan, bu esa rejani optimal qiymatga yaqin bo'layotganini ifodalaydi.

$$S_{44} = -10$$

Hosil qilingan yangi rejaga yana (8-jadval) potentsiallarni va xarakteristikallarni hisoblaymiz, faqat bitta  $P_4M_4$  katakda xarakteristika manfiy qiymatga ega ekan (8-jadval).

Shu  $P_4M_4$  katak uchun yopiq to'g'ri burchakli zanjir tuzib, qayta taqsimot bajaramiz.

$$S_{44} = -10$$

|                               |     |     |                               |
|-------------------------------|-----|-----|-------------------------------|
| P <sub>3</sub> M <sub>3</sub> | +22 | -10 | P <sub>3</sub> M <sub>4</sub> |
| P <sub>3</sub> M <sub>3</sub> | -12 | +0  | P <sub>3</sub> M <sub>4</sub> |

3-rasm.

|                               |    |    |                               |
|-------------------------------|----|----|-------------------------------|
| P <sub>3</sub> M <sub>3</sub> | 0  | 22 | P <sub>3</sub> M <sub>4</sub> |
| P <sub>3</sub> M <sub>3</sub> | 22 | 10 | P <sub>3</sub> M <sub>4</sub> |

4-rasm.

Qayta taqsimotni (4-rasm) jadvalga kiritib yangi reja tuzamiz (9-jadval).  
9-jadval.

| Tandirlar<br>sistemesi            |    | Non novlari         |                     |                     |                     |                    | U <sub>i</sub> yo'llar<br>bo'yicha<br>potens |
|-----------------------------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------------------------------|
|                                   |    | M <sub>1</sub> =40  | M <sub>2</sub> =35  | M <sub>3</sub> =34  | M <sub>4</sub> =32  | F=4                |                                              |
| P <sub>1</sub>                    | 27 | 169<br>132          | 180<br>5            | 168<br>147          | 143<br>22           | 0<br>-33           | U <sub>1</sub> =0                            |
| P <sub>2</sub>                    | 30 | 156<br>122          | 165<br>30           | 156<br>132          | 165<br>128          | 0<br>-48           | U <sub>2</sub> =15                           |
| P <sub>3</sub>                    | 36 | 172<br>165          | -                   | 180<br>22           | 176<br>10           | 0<br>4             | U <sub>3</sub> =23                           |
| P <sub>4</sub>                    | 52 | 143<br>40           | -                   | 168<br>12           | 154<br>164          | 0<br>-22           | U <sub>4</sub> =11                           |
| V <sub>j</sub> ustun<br>potensial |    | V <sub>1</sub> =132 | V <sub>2</sub> =180 | V <sub>3</sub> =157 | V <sub>4</sub> =143 | V <sub>5</sub> =33 |                                              |

Hosil qilingan bu rejada (9-jadval) yana yuqoridagidek amallarni bajarib, xarakteristikalar hisoblanadi. Hamma xarakteristikalar musbat qiymatga ega, shuning uchun reja (9-jadval) optimal reja bo'ladi.

Maqsad funksiyani optimal rejada hisoblaymiz:

$$F_2(x) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 C_{ij} X_{ij} = 22392 \quad \text{Funksiyaning orttirmasini aniqlaymiz.}$$

$$\Delta F = F_1(x) - F_2(x) = 22452 - 22392 = 60 \text{ mln. so'm}$$

Oxirgi bosqichda reja yana 60 mln. so'mga o'zgardi, optimal qiymatga yaqinlashgan. Shunday qilib, standart tandirning sutka-ishiga nisbatan optimal reja tuzildi, chunki hamma xarakteristikalar  $S_{ij} \geq 0$

Umuman, reja 462+60=522 mln.so'mga yaxshilandi, bu esa umumiy xarajatlarni 2,3%-ni hosil qiladi.

Optimal reja tuzilgandan keyin standart tandir-sutkaga nisbatan bo'lgan tandirlarni ishini qayta hisoblaymiz, ya'ni ularni berilgan tandirlar sistemasining ish sutkalariga o'tkazamiz, bir oy ishlariga binoan. Tandirlarni avvalgi fond ish kunlariga o'tkazish uchun, mos ravishda indekslardan foydalanamiz, standart tandirlarning ish sutkalariga bo'lib, natijalarini mos ravishda tandirlarni sutkada, ishlab chiqarish quvvatiga ko'paytirib, rejalashgan non mahsulotlarning turlarini hosil qilamiz. Hisoblashlar natijasi 10-jadvalda keltirilgan.



10-jadval.

| Non novlari | Tandirlar sistemasi | Optimal standart tand.-sutka | Indekslar, standart tandinga nisbatan | Fiktiv tandir-sutkalar soni, $a:i=v$ | Sutkada ish chiq. non, T. s | Rejalashgan non, T. $bc=d$ | Nonga talab T. |
|-------------|---------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|
| M1          | P4                  | 40                           | 2.0                                   | 20                                   | 26,0                        | 520                        | 520            |
| M2          | P1                  | 5                            | 0,9                                   | 5,56                                 | 13,5                        | 75                         | 525            |
|             | P2                  | 30                           | 1                                     | 30                                   | 15,0                        | 450                        |                |
| M3          | P3                  | 32                           | 1,2                                   | 26,67                                | 14,4                        | 384                        | 408            |
|             | P4                  | 2                            | 2                                     | 1,0                                  | 24,0                        | 24                         |                |
| M4          | P1                  | 22                           | 0,9                                   | 24,44                                | 9,9                         | 242                        | 352            |
|             | P4                  | 10                           | 20                                    | 5                                    | 22,0                        | 110                        |                |
| F           | P3                  | 4                            | 1,2                                   | 3,33                                 | -                           | -                          | -              |

Non kombinatining bir oyda mahsulot ishlab chiqarish topshirig'i optimal qiymati ish vaqti fond bo'yicha, har bir tandirga nisbatan quyidagi jadvalda keltirilgan (11-jadval).

11-jadval.

| Tandirlar sistemasi | Non novlari    |                |                |                | Ish vaqti |               |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|---------------|
|                     | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>3</sub> | M <sub>4</sub> | Talablar  | Fond bo'yicha |
| P <sub>1</sub>      |                | 5,56           |                | 24,44          | 30        | 30            |
| P <sub>2</sub>      |                | 30             |                |                | 30        | 30            |
| P <sub>3</sub>      |                |                | 26,67          |                | 26,67     | 30            |
| P <sub>4</sub>      | 20,0           |                | 1,0            | 5              | 26        | 26            |

#### d) Hisoblash natijalarining tahlili.

Tandirlar sistemalarini yuklash masalasini hisoblashi operativ-ishlab chiqarishni rejalashtirishning muhim hujjati hisoblanadi. 11-jadvalning tahlili shuni ko'rsatadiki, non mahsulotlariga talabni bir oyda tandirlar sistemasi ishlaganda qanoatlantiradi hamda qo'shimcha yana P<sub>3</sub> tandir sistemasiga 30-26,67=3,33ish kuni foydalanmasdan qoladi. Agar P<sub>4</sub> tandir sistemasini haftada to'xtovsiz yakshanba kunini nazarga olgan holda ishlatilsa, yana qo'shimcha 4 ish kunga foydalanish mumkin. Shunday qilib, potensial usulni qo'llab, non kombinatining tandirlar sistemasini yuklash masalasining optimal yechimi aniqlandi.

#### Tayanch iboralar

Yangi texnologiya, axborot texnologiya, taqsimot masalasi, tandirlar sistemasi, bir xil birliklar, standart tandir, indeks, ochiq model, optimal reja, taqsimot usuli, xarakteristika.

## Xulosa

Jihozlarning yuklash masalasini yechishda boshlang'ich informatsiyalarni shunday o'zgartirish kerakki, ishlab chiqarish quvvatlaridan to'liq foydalanib bo'lsin, ya'ni standart tandir tanlanadi. Hosil qilingan taklif va talab qiymatlari bir xil o'lchamlarga aylantirilganligini nazarga olgan holda, ochiq model optimallashtirishda potentsial usuli qo'llaniladi. Aniqlangan yechim qayta avvalgi birliklarda aylantirib natija tahlil etiladi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Jihozlarni yuklashda standart tandir qanday tanlanadi?
2. Standart tandir qaysi tandir bo'la oladi?
3. Standart tandirning indeksi nechaga teng?
4. Standart tandirga nisbatan xarajatlar qanday hisoblanadi?
5. Standart tandirga nisbatan bir oylik tandir-sutka qanday hisoblanadi?
6. Standart tandir-sutkaga bo'lgan talab qanday hisoblanadi?
7. Jihozlarni yuklash masalasi ochiq yoki yopiq modelga kiradi?
8. Jihozlarni yuklashni optimallashtirishda qaysi optimallashtirish usuli qo'llaniladi?
9. Optimallashtirishda avval boshlang'ich reja tuziladimi?
10. Xarakteristikalar orasida manfiy xarakteristikaning qanday qiymati uchun yopiq to'g'ri burchakli zanjir tuziladi?
11. Yopiq zanjir uchun qayta taqsimot bajarishda qanday qonuniyat bajarilishi kerak?
12. Yo'llar va ustunlar bo'yicha potentsiallar qanday hisoblanadi?
13. Optimal rejani tahlil qila olasizmi?

## **IX bob. O'YIN NAZARIYASI USULLARINI, IQTISOD, MOLIYA VA BIZNESNI BOSHQARISHDA QO'LLASH**

### **§ 31. Iqtisodda o'yin nazariyasining masalalari**

#### **31.1. Noaniqlik va o'yin nazariyasi.**

#### **31.2. O'yin nazariyasining asosiy tushunchalari.**

#### **31.1. Noaniqlik va o'yin nazariyasi.**

Moliya-iqtisodiyot sohasining masalalarida, xususiyl holda marketing, menejment, moliya - bank amaliyotida, investitsiya va boshqa loyihalarda qaror qabul qilishga to'g'ri keladi.

Qaror qabul qilish muammosi yana ham og'irlashadi, chunki o'yin masalasini noaniqlik holatida yechish kerak. Noaniqlik har xil xarakterga ega bo'lishi mumkin. Noaniqlik qarama-qarshi tomonlarning qabul qilgan qarorlarning effektivligini anglab, uni kamaytirishga harakat qiladilar. Masalan, bir bozorda konkurent bo'lgan ikki firma o'zining manfaatini nazarga olgan holda, shunday harakatlar qiladikim, bu harakatlar konkurent firmaga to'sqin bo'lsin. Noaniqlik, tavakkalchilik holatiga kiradikim, bunda qaror qabul qiladigan tomon nafaqat mumkin bo'ladigan hamma yechimlar holatini aniqlaydi, balki ularning tasodifan paydo bo'lishini ham aniqlaydi. Bunday tasodiflar - mumkin bo'lgan sharoitlarda tasodifning asl ma'nosida bunday masalalar yechiladi. Quyidagi shartlarda ifodanadigan so'zlar qaror qabul qilishda anglashilmagan holda ta'sir etadi, qaror qabul qiladigan tomonlarning harakatlariga bog'liq bo'lmaydi hamda ko'p faktorlarga bog'liq holda tashkil topadi (iqtisodning umumiy holati, moliya sistemasi, valutalar kursi, inflatsiya darajasi, siyosiy krizislar va h.k.).

Moliyaviy-iqtisodiy holatlarni sonli tahlil qilishda, o'rganishda, yechim asosida qaror qabul qilish, buning natijasi maxsus iqtisodiy-matematik metodlar bozorining noaniqlik holatlarida yechimlar tanlashni ta'minlaydi. Noaniqlik sharoitida qaror qabul qilish har doim xavfdan xoli emas. Xavf har doim hozir bo'ladi, masalan, xo'jalik operatsiyalarida (kommersantlik xavfi), korxonaning biror buyurtmani bajarishida (ishlab chiqarish xavfi), firmaning investorga moliyaviy majburiyatni bajarishida (kredit xavfi) aksiyalarni sotib olishda qaror qabul qilish yoki qimmatli



qog'ozlarni, ya'ni investitsion moliyaviy papkasini tuzish (investitsion xavf) mablag'larni bankka topshirish qarorini qabul qilish (moliyaviy xavf) va boshqalar. Moliya iqtisod masalalarida qaror qabul qilish xavfi bo'lgan sharoitlarda matematizatsiyalash mos ravishda iqtisodiy-matematik modellarga va usullarga keltiradi, ularning teoretik aspekti o'yin nazariyasini tashkil etadi. Shunday qilib, o'yin nazariyasining masalalari iqtisodiyotning noaniqlik sharoitida yechimni tanlash masalasi hisoblanadi.

### 31.2. O'yin nazariyasining asosiy tushunchalari.

Ko'p ijtimoiy-iqtisodiy hollarda (xususan bozor iqtisodiyotida), yechimni tanlash masalasi ko'riladi, bu masalalar shunday xossaga ega: unda ikkidan kam bo'lmagan tomonlar qatnashadi, ular qarama-qarshi manfaatli tomonlar bo'lib, bu manfaatni ko'rishda har xil harakatlar qilishadi. Bunday holatlar konflikt holatlar hisoblanadi.

Konflikt holatlar quyidagi belgilar bilan xarakterlanadi :

1. Manfaaddor tomonlarning borligi (manfaaddor tomonlar bu istemolchilar, firmalar, alohida davlatlar, har xil bojxonalar, savdo, moliyaviy va iqtisodiy ittifoqlar, yuridik shaxslar va h.k.);

2. Tomonlarning mumkin bo'lgan harakatlarining mavjudligi (iste'mol hajmini tanlash, dividend siyosatini tanlash, investitsion papkani har xil usulda to'ldirish, ishlab chiqarish hajmini tanlash, milliy bozorga ba'zi tovarlarni siyosiy yoki iqtisodiy fikrlar asosida keltirishga yo'l qo'ymaslik, shartnomalar tuzish va h.k.).

3. Tomonlarning manfaatlari (siyosiy, moliyaviy, iqtisodiy talablarni qondirish, monopollik foyda olish, konkurentlarni savdo bozoridan siqib chiqarish, ortiqcha tovarlarni tashqi bozorda sotish, xazina boyligini oshirish, ishlab chiqaruvchilarning boyligini oshirish va h.k.).

Real hayotiy konflikt holatlarda tomonlarning fe'l-atvorlarini tanlash — bu murakkab masala. Shuning uchun uni tahlil qilishda matematik modellashdan foydalaniladi, bunda muhim bo'lmagan faktorlar konflikt holatlarda nazarga olinmaydi va uning o'tishini alohida qoidalar bilan chegaralash kerak. Konflikt holatning matematik modeli o'yin deyiladi. Matematik modellar yordamida konflikt holatlarning optimal yechimlarini aniqlaydigan amallarni tahlil qiladigan nazariyasidagi bo'linga — o'yin nazariyasi deyiladi. O'yinning matematik modellari nafaqat ijtimoiy-iqtisodiy sohaning konflikt holatlarida, yana insoniyatning tabiat bilan munosabatda, siyosatda, biologiyada, harbiy sohada va hokazolarda tuziladi. Manfaaddor tomonlar (shaxslar) o'yinda o'yinchilar hisoblanadilar. Hamma o'yinchilar har doim teng huquqli hisoblaniladi, ba'zan bunday bo'lmisligi ham mumkin. Ba'zi holatlarda ba'zi

sabablarga ko'ra o'yinda birlashmalar tuziladi. Agar o'yinda ikki raqib qatnashsa juftli o'yin, o'yinda ko'p raqiblar qatnashsa ko'pli o'yin hisoblanadi.

O'yinda o'yinchining mumkin bo'lgan harakati uning strategiyasi yoki aniqroq toza strategiyasi deyiladi, amaliyotda yana aralash strategiyalar ham uchraydi. O'yin cheklangan hisoblanadi, agar tomonlar chekli strategiyalarga ega bo'lsalar, strategiyalar chekli bo'lmasa, cheksiz o'yin deyiladi. Agar o'yin qatnashchisi  $m \geq 1$  bo'lganda  $A_1 A_2 \dots A_n$  (toza) strategiyalarga ega bo'lsa, bu strategiyalar to'plamini  $S_A^c$  bilan belgilaymiz (bunda S harfi clean toza, ingliz so'zining birinchi harfi) shunday qilib,  $S_A^c = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$  cstrategiyalar to'plamini ifodalaydi. Konflikt holatda har bir raqib o'zini yurishini tanlaydi, ya'ni o'zining strategiyasini qabul qqiladi, bu holda  $X_n$  tomonlar strategiyalarining to'plamini ifodalaydi — oqibat deyiladi, yoki uni konfliktning holati deyiladi. Masalan, qo'sh o'yinda ikkita raqib o'zlarining  $S_A^c = \{A_1, \dots, A_m\}$ ,  $S_B^c = \{B_1, \dots, B_n\}$  to'plam strategiyalari bilan qatnashsalar va tomonlar  $A_i, B_j$  strategiyalarni tanlab harakat qilsalar, tartiblashgan  $X = \{A_i, B_j\}$  juftlik harakatdan so'ng hosil bo'lgan holat hisoblanadi. To'plamlarning Dekart ko'paytmalari  $S_A^c \times S_B^c$  - bu toza strategiyalardagi hamma holatlar to'plami, A raqibning  $S_A^c$  toza strategiyalari V raqibning  $S_B^c$  toza strategiyalari to'plamida quyidagi ko'rinishda yoziladi :

$$S_A^c \times S_B^c = \{(A_i, B_j) : i=1, \dots, m, j=1, \dots, n\}$$

Raqiblar soni ikkitadan ko'p bo'lganda ham shu tushunchaga shunday izoh beriladi.

Raqib A ning manfaatini qondirish darajasi, yutuq funksiyasi  $F_A$  orqali ifodalanadi :  $X \rightarrow R$  to'plam

$X = S_A^c \times S_B^c$  - da aniqlangan, son  $F_A(x) \in R, x \in X$ , bu son A raqibning x holatdagi yutuq'i hisoblanadi. Shunga o'xshash V raqibning yutuq funksiyasi  $F_B, y \rightarrow R$  esa  $y = S_B^c \times S_A^c = \{(B_j, A_i) : j=1, \dots, n, i=1, \dots, m\}$ , holatda  $y = \{B_j, A_i\}$  va uning har bittasiga mos son  $F_B(y) \in R$  — bu raqibning yutug'i U holatda hisoblanadi. Shunday qilib, konflikt o'yinning o'tib borishi, bu har bir raqib o'zining strategiyasini tanlashi va vujudga kelgan holatda yutuqga erishishni ta'minlashdan iborat.

Optimal strategiyaning tanlanishi shunday prinsiplarga asoslangankim, raqiblar o'z maqsadlariga erishishga mantiqli, o'ylab strategiyalarni tanlaydilar. Shunday qilib, haqiqiy holatdagi o'yinlarga nisbatan o'yin nazariyasi abstrakt ravishda xatolardan, xato hisoblashdan va tavakkaldan uzoq strategiya holatlarida bir xil optimal strategiya bo'lib, boshqa bir



holatda esa optimal strategiya bo'la olmaydi. Shuning uchun ko'p hollarda o'yin nazariyasida konflikt real hollarda aniqlangan optimal strategiya teoretik ravishda optimal bo'lib, umumiy holda qoniqarli hisoblanadi.

### **Tayanch iboralar**

Qaror qabul qilish, noaniqlik, sohalar, loyixalar, konkurent firma, tavakkalchilik, xavf, xo'jalik operatsiyalarda (kommersantlik xavfi), o'yin nazariyasi, yechimni tanlash, konflikt holatlar, tomonlar strategiyalari, optimal strategiya.

### **Xulosa**

Moliyaviy-iqtisodiy holatlarni sonli tahlil qilishda, o'rganishda, yechim asosida qaror qabul qilish, buning natijasi maxsus IMM metodlari bozorning noaniqlik holatlarida yechimlar tanlashni ta'minlaydi. Lekin ma'lumki, xavf har doim paydo bo'ladi, masalan, xo'jalik operatsiyalarida (kommersantlik xavfi), firmaning investorga moliyaviy majburiyatini bajarishda (kredit xavfi) va boshqalar. Moliya-iqtisod masalalarida qaror qabul qilish xavfi bo'lgan sharoitlarda matematizatsiyalash IMMga keltiradi, ularning teoretik aspekti o'yin nazariyasini tashkil etadi. Shunday qilib, o'yin nazariyasining masalalari iqtisodiyotning noaniqlik sharoitida yechimni tanlash masalasi hisoblanadi.

Konflikt holatning matematik modeli — o'yin deyiladi. Konflikt holatlar hamma sohalarida o'rinli. Tomonlarning harakatlari strategiyalar orqali ifodalanadi.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Qaysi moliyaviy-iqtisodiy sohada qaror qabul qilish noaniqlik sharoitida o'tkaziladi?
2. Qaror qabul qilishda xavfli sohalarga misol keltiring.
3. Konflikt holatlarni asosiy belgilarini ifodalay olasizmi?
4. Konfliktli holatlarning matematik modeliga nima deyiladi?
5. Manfaatdor tomonlar o'yinida kimlar hisoblanadi?
6. Toza strategiya nima?
7. Aralash strategiya nima?
8. Qanday o'yinga cheklangan o'yin deyiladi?
9. A va B tomonlarning yutuq funksiyalarini yoza olasizmi?
10. Optimal strategiya hamma hollarda ham optimal bo'ladimi?



## § 32. O'yin klassifikatsiyasi

### 32.1. Antagonistik o'yin. O'yin klassifikatsiyasi.

### 32.2. Tomonlarning yutuq matritsalarini.

### 32.3. Yutuq matritsalarini tuzishga misollar.

### 32.1. Antagonistik o'yin. O'yin klassifikatsiyasi.

O'yin xarakteristikalariga ko'ra gruppalanadi. Agar o'yinda koalitsiyalar tuzib bo'lmasa, yoki maqsadga muvofiq bo'lmasa bunday o'yinlar koalitsiyasiz o'yinlar deyiladi. Shunday qilib, koalitsiyasiz o'yin yoki umuman o'yin deb o'yinlar to'plami, ularning strategiyalari to'plami va ularning yutuq funksiyalari to'plamiga deyiladi. Koalitsiyasiz o'yinda har bir raqib mumkin qadar shaxsan yutuqqa ega bo'lishga harakat qiladi. Agar justlik o'yinda raqiblar qarama-qarshi maqsadda bo'lsalar, bunday o'yinga antagonistik o'yin deyiladi. Antagonistik o'yinda bir o'yinchi shuncha yutuqqa ega bo'ladi, qancha boshqa tomon yutqazsa. Shuning uchun yutuq funksiya A tomon uchun:  $F_A$  bo'lsa,  $S_A^c \times S_B^c \rightarrow R$ , B tomon uchun esa  $F_B$  bo'lsa,  $S_A^c \times S_B^c \rightarrow R$  tomonlarning yutuq funksiyalari quyidagi bog'lanishga ega:

$$F_B(B_j, A_i) = -F_A(A_i, B_j), \quad i=1,2,\dots-m, \quad j=1,2,\dots-n. \quad (a), \text{ yoki}$$

$$F_B(B_j, A_i) + F_A(A_i, B_j) = 0,$$

ya'ni, antagonistik o'yinlarga o'yinlar yig'indisi nol yutuqqa ega. Tenglik (a) asosida V tomonning yutuq funksiyasi to'liq A tomonning yutuq funksiyasi orqali aniqlanadi, demak antagonistik o'yinda A va B raqiblar o'yini  $\{S_A^c S_B^c F_A\}$  majmua orqali ifodalanishi mumkin. Bu majmuada - to'plam A raqibning strategiyasi,  $S_B^c$  to'plam esa B raqibning strategiyasi, hamda  $F_A$  esa, A raqibning yutuq'ini ifodalaydi.

Antagonistik o'yinlar matematik modellashirish tushinchasida ancha oddiy, shuning uchun ular yaxshi o'rganilgan hisoblanadi. Chekli antagonistik A va B raqiblarning o'yinida biron matritsaning qatorini A raqibning  $A_i$  strategiyalarini, ustunlarini esa, B raqibning  $B_j$  strategiyalari deb qabul qilinadi. Agar qatorlar va ustunlar kesimlarida  $F_A(A_i, B_j) = a_{ij}$  A raqibning yutuqlar funksiyalarini holat bo'yicha joylashtirsa, bu holda A matritsani hosil qilamiz, uni A tomonning yutuq matritsasi deyiladi. Shu tariqa  $F_B(B_j, A_i) = b_{ji}$ , bu B raqibning yutuq funksiyasi yutuq matritsasini

vosil qilishi mumkin. Tenglik  $A$  asosida  $B = -A'$  (ya'ni,  $B$  matritsa ransportlashgan  $A'$  matritsaga teskari bo'ladi). Shunday qilib, matritsa natritsa orqali aniqlanadi, shuning uchun chekli antagonistik O'yin farhaqiqat bitta yutuq matritsasi orqali ifodalanadi. Shuni nazarga olgan holda, bunday o'yinga matritsali o'yin deyiladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, matritsali o'yin  $\{S_A^c, S_B^c, A\}$  to'plam orqali to'liq aniqlanadi. Antagonistik o'yinga misol tariqasida XVII-XVIII asrlarda ijtimoiy-iqtisodiy model konfliktli tashqi savdoda keltirish mumkin, bu merkantelizm teoriyasi orqali ifodalanadi (ya'ni eksport importga nisbatan katta bo'lgani sababli, mamlakatda ko'p miqdorda kumush va oltin to'plangan). Bunday holda bitta mamlakatning oltin zaxirasi ikkinchi mamlakat hisobidan oshadi. Yana antagonistik konfliktlarga misol qilib antoganistik sharoitlarda soliq korxonalari va soliq to'lovchilar, konkurent firmalarni va boshqalarni keltirish mumkin.

Chekli koalitsiyasiz o'yinda  $A$  va  $B$  ikki o'yin ishtirokchisi qatnashadi, ularning manfaatlari qarama – qarshi emas va yutuq matritsali va tenglik  $B = -A'$  ni qanoatlantirmaydi, shuning uchun bunday o'yinni bimatrtsali deyiladi. Shunday qilib, bimatrtsali o'yin  $\{S_A^c, S_B^c, A, B\}$  to'plam orqali ifodalanadi, bunda  $A$  raqibning strategiyalar to'plami  $S_A^c$   $B$  raqibning strategiyalari to'plami  $S_B^c$  hamda  $A$  va  $B$  raqiblarning yutuq matritsali, koalitsiyali o'yinlar esa bundan keyingi muhokamalarda, quyidagi pozitsiyalar asosida ko'riladi:

- optimallik prinsiplarini ishlab chiqishdan;
- bu prinsiplarni amalga oshirish (optimal situatsiyalarning mavjudligi);
- amalga oshirishning yo'llarini izlash.

### 32.2. Tomonlarning yutuq matritsali.

Ikala  $A$  va  $B$  raqiblarning o'yinlarini ko'ramiz.

$A$  tomon  $m$  strategiya  $S_A^c = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$  ga ega, tomon  $B$  esa  $n$  strategiya  $S_B^c = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$  ga ega bo'lsin.

Agar har bir  $A$  va  $B$  o'yinchilar aql-idrokka mos ravishda  $A_i, B_j$  strategiyalarni tanlasa, bu holda (xususiy strategiyalarda)  $(A_i, B_j)$  har doim  $A$  o'yinchining  $a_{ij}$  yutug'ini ifodalaydi. Bu yutuq haqiqiy songa teng, bu son mos ravishda  $B$  o'yinchining yutqazgan qiymati bo'ladi. Agar  $a_{ij}$  manfiy bo'lsa qabul qilingan terminalogiya asosida bu  $A$  o'yinchining manfiy yutug'ini, ya'ni uning yutqazishi bo'ladi. Son  $a_{ij}$  bu  $A$  o'yinchining yutuq funksiyasi son qiymatini ifodalaydi, darhaqiqat:



$$F_A(I,j)=F_A(A_i,B_j)=a_{ij}$$

Ba'zan, agar tomonlar ongli ravishda o'z strategiyalarini tanlasa, bu holda tanlash shaxsiy yurish deyiladi. Yutuqlar matritsa ko'rinishida yozilishi mumkin, bunda satr bo'yicha nomerlar mos ravishda A o'yinchining strategiyasi nomerini, ustunlar nomeri esa, B o'yinchining strategiyasi nomerini ifodalaydi.

A-matritsa.

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$    | $B_2$    | ... | $B_n$    |
|----------------------|----------|----------|-----|----------|
| $A_1$                | $a_{11}$ | $a_{12}$ | ... | $a_{1n}$ |
| $A_2$                | $a_{21}$ | $a_{22}$ | ... | $a_{2n}$ |
| ...                  | ...      | ...      | ... | ...      |
| $A_m$                | $a_{m1}$ | $a_{m2}$ | ... | $a_{mn}$ |

Matritsa A bu A o'yinchining yutuq matritsasi hisoblanadi. Yutuq funksiyasi  $F_B$  ning son qiymati B o'yinchi uchun  $b_{ji}$  bilan belgilaymiz, ya'ni  $F_B(j,i)=F_B(B_j,A_i)=b_{ji}$ ,  $j=1, i=1$ . O'yinchi B ning yutuq matritsasi quyidagi jadvalda ifodalangan:

B-matritsa.

| $A_i \backslash B_j$ | $A_1$    | $A_2$    | ... | $A_n$    |
|----------------------|----------|----------|-----|----------|
| $B_1$                | $b_{11}$ | $b_{12}$ | ... | $b_{1n}$ |
| $B_2$                | $b_{21}$ | $b_{22}$ | ... | $b_{2n}$ |
| ...                  | ...      | ...      | ... | ...      |
| $B_m$                | $b_{m1}$ | $b_{m2}$ | ... | $b_{mn}$ |

Agar o'yin antoganistik bo'lsa (ya'ni yutuq yig'indilari nolga teng), bu holda  $F_A, F_B$  yutuq funksiyalari quyidagilarni qanoatlantiradi:

$$B_{ji}=F_B(B_j,A_i)=-F_A(A_i,B_j)=-a_{ji}, \quad i=1, j=1.$$

Bu tenglik shuni ta'kidlaydiki, V o'yinchining yutuq matritsasi, A transponirlangan matritsaga qarshi bo'ladi.

$$B=-A^m$$

Shunday qilib, B matritsani A matritsadan to'liq hosil qilish mumkin.

A matritsa o'yin matritsasi deyiladi yoki to'lov matritsa. A matritsa ning ulchovi  $m \times n$  ga teng. Matritsaning birinchi komponenti m-bu matritsaning qatorlar soni bo'lib, n —matritsaning ustunlar soni, yani raqiblarning strategiyalarining sonini ifodalaydi.  $F_A$  yutuq funksiyasining qiymatlariga bog'liq bo'lgan holda, o'yin matritsasi tuziladi, bu matritsa

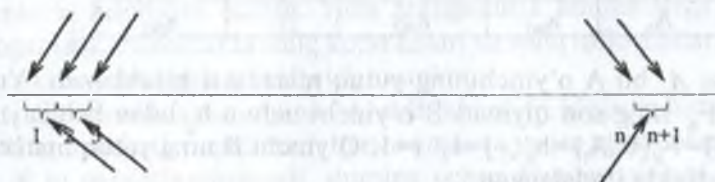


jadval ko'rinishida, analitik yoki so'z orqali ifodalanib berilishi mumkin. Antagonistik o'yin  $\{S_A^c, S_B^c, F_A\}$  to'plam ko'rinishda ifodalanadi, bu majmua tarkibida kuzatish mumkin bo'ladi, agar  $S_A^c, S_B^c$  strategiyalar to'plamlarni tuzib qoidalarni shunday shakllantirish kerakki ular asosida konflikt rivojlanib yutuq funksiya  $F_A$  ko'rinishni qabul qilsin.

### 32.3. Yutuq matritsalarini tuzishga misollar.

**32.1-misol** (antagonistik raqobat). Firma A mavsumli tovar ishlab chiqaradi, bu tovarga talab  $n$ -birlik vaqt orasida bo'lib, firma tovarni bozorga biron bir momentga chiqaradi. ( $i=1, 2, 3, \dots, n$ )

Vaqt momenti (fursat)



Vaqt birligi

A firma bilan kurash uchun konkurent konsernning filiali B firma o'zining foydasini nazarga olmagan holda, antagonistik tovar ishlab chiqaradi, bu tovar biron  $j$  ( $j=1, 2, 3, \dots, n$ ) momentga bozorga chiqaradi. Firma B ning asosiy maqsadi A firmani inqirozga keltirish, keyin esa D konsernning kapitalidan foydalanib osongina yutqazganlarini qoplashdan iborat. B firmaning yagona qonuniy chorasi konkurent kurashda bu mahsulotni bozorga kerakli lahzaga chiqarishdan iborat, chunki mahsulotning narxini pasaytirish kelishish asosida man etilgan. A firmani B firma qashshoq qilishi uchun uning foydasini minimumlashtirishi kerak.

Tovar ishlab chiqarish texnologiyasi shundaki, tovar korxonada qancha ko'p saqlansa, demak bozorga kech chiqariladi, shuncha sifati yuqori bo'ladi, lekin ma'lumki har doim yuqori sifatli mahsulot sotiladi (chunki har xil sifatli tovarga narx bir xil).

Bir xil vaqtda mahsulotdan olinidigan foyda C pul birligiga teng.

Firma A ning yutish funksiyasini tuzish talab etiladi, bunda yutish deb shu firmaning foydasi tushuniladi, bu esa o'sha vaqtdagi holatga bog'liq.

Yutuq funksiyasidan foydalanib,  $n=4$  ga teng bo'lgan holatning o'yin matritsasini tuzish kerak, ya'ni matritsaning aniq ko'rinishini tuzish kerakkim, agar matritsada  $s=6$  ga teng bo'lgan pul birligi holati nazarga olinsa.

**32.1-misolning yechimi:** Masalaning shartiga ko'ra, ifodalangan holatda manfaatdor tomonlar A va B firmalar hisoblanadi. Ma'lumki, A va B tomonlarning manfaatlari har xil bo'lgani uchun, holat konflikt holatini ifodalaydi, ya'ni ularning qiziqishlari qarama-qarshi. Firma A o'zining daromadini maksimallashtirishga harakat qiladi, B firma esa uni minimumlashtirishga harakat qiladi, shuning uchun bu nizo antagonistik hisoblanadi. Matematik model bo'lib, antagonistik o'yin xizmat qiladi, antagonistik o'yinchilar bo'lib esa, A va B firmalar hisoblanadi. O'z maqsadiga erishish uchun A firma o'zining n strategiyasidan foydalanadi, ya'ni o'z tovarini «n» vaqt oralig'ida bozorga chiqarilishini tanlashi kerak:

$S_A^c = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  bunda  $A_i$  strategiya bo'lib, i- vaqt oralig'ida o'zining mahsulotini bozorga chiqarishini ifodalaydi.

B firma esa o'shancha «n» strategiyaga ega: bunda,  $B_j$  - strategiya bo'lib, j- vaqt oralig'ida o'zining mahsulotini bozorga chiqaradi.

Bunday holatda A va B raqiblarning strategiyalar sonlari  $m=n$ -ga teng bo'ladi.

Bozorga A va B firmalarning mahsulotlarini chiqarish fursatlarini taqqoslash 3 variant asosida o'tkaziladi.

$i < j$  dan bo'lganda;

$i = j$  ga bo'lganda;

$i > j$  dan bo'lganda.

1. Agar A firma o'zining tovar mahsulotini  $i < j$  -ga bo'lgan vaqtda bozorga chiqarsa, B firmaga qaraganda, unda  $(j-i)$  vaqt birligi davomida, A firma konkurentga ega emas, shuning uchun uning foydasi  $s(j-i)$  pul birligiga teng bo'ladi. Bozorda j vaqt momentiga B firmaning tovar mahsuloti keltiriladi, bu mahsulot yuqori sifatga ega, shuning uchun j momentdan boshlab A firma bozorni yo'qotadi va keyingi vaqtda foyda ololmaydi.

2. Agar A va B firmalar bozorga o'z mahsulotlarini bir vaqtda chiqarsalar, ya'ni  $i=j$ -dan bo'lganda, ularning sifatleri (narxleri) bir xil bo'ladi, talab ham ularga bir xil bo'ladi. Shunday qilib, A firma (shunga o'xshash B firma) qolgan  $(n-i+1)$  vaqt birligida foydaning yarmini oladi, ya'ni bu foyda  $(n-i+1)/2$  pul birligiga teng bo'ladi.

3. Oxirida, agar A firma bozorga o'z mahsulotini kech chiqarsa, B firmaga nisbatan, ya'ni  $i > j$  bo'lganda, unda A firmaning mahsuloti sifatliroq bo'lgani uchun qolgan  $n-i+1$  vaqt birligida hamma foydani oladi, bu foyda  $(n-i+1)s$  pul birligiga teng bo'ladi.

Shunday qilib, A o'yinchining yutuq funksiyasi quyidagi ko'rinishni qabul qiladi.

$$F_A(i, j) = \begin{cases} c(j-i), & i < j \text{ bo'lganda} \\ c(n-i+1)/2 & i = j \text{ bo'lganda,} \\ c(n-i+1) & i > j \text{ bo'lganda.} \end{cases}$$

Bu ifodaga  $n=4$  ni qo'yib  $a_{ij} = F_A(i, j)$ ,  $i, j=1, 2, 3, 4$  bo'lganda yutuqlarni hisoblab, A raqibning yutuq matritsasini tuzamiz (matritsa). Masalan,  $i=j=1$  bo'lganda  $a_{11}=s(n-i+1)/2=s(4-1+1)/2=s \cdot 4/2=2s$ ,  $a_{11}=2s$  -ga ekanligi aniqlandi.  $a_{11}$  elementning qiymatini hosil qilamiz.

A-matritsa.

| $\begin{smallmatrix} A_i \\ B_j \end{smallmatrix}$ | $B_1$       | $B_2$           | $B_3$       | $B_4$           |
|----------------------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| $A_1$                                              | $a_{11}=2c$ | $a_{12}=c$      | $a_{13}=2c$ | $a_{14}=3c$     |
| $A_2$                                              | $a_{21}=3c$ | $a_{22}=(3/2)c$ | $a_{23}=c$  | $a_{24}=2c$     |
| $A_3$                                              | $a_{31}=2c$ | $a_{32}=2c$     | $a_{33}=c$  | $a_{34}=c$      |
| $A_n$                                              | $a_{41}=c$  | $a_{42}=c$      | $a_{43}=c$  | $a_{44}=(1/2)c$ |

A matritsa kvadratik matritsa, to'rtinchi tartibli,  $4 \times 4$  o'lchovli. Agar foyda  $c=6$  - ga teng bo'lsa, bu holda quyidagi sonli A yutuq matritsasini hosil qilamiz:

A-matritsa.

| $\begin{smallmatrix} A_i \\ B_j \end{smallmatrix}$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |
|----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| $A_1$                                              | 12    | 6     | 12    | 18    |
| $A_2$                                              | 18    | 9     | 6     | 12    |
| $A_3$                                              | 12    | 12    | 6     | 6     |
| $A_n$                                              | 6     | 6     | 6     | 3     |

**32.2-misol.** Ikkita savdo bazasida assortiment minimumi bo'yicha bir xil to'plam mahsulotlarning  $n$  turidan tuzilgan. Har bir baza o'zining savdo do'koniga faqat bir tur tovar mahsulotini keltirishi kerak. Savdo do'konlarni A va B bilan belgilasak, ular o'zaro konkurent ekanliklari ma'lum. Har bir mahsulot turi savdo do'konilarga bir narxda sotiladi. Lekin V savdo do'koniga keltirilgan mahsulot yuqoriroq sifatga ega.

1). Agar savdo do'koni A bazadan  $i$ - turdagi mahsulot keltirsa, ( $i=1, 2, \dots, n$ ), bu mahsulot  $j$  - turdagi ( $j=1, 2, \dots, n$ ) B savdo do'koniga keltirilgan tovardan farqli bo'lsa, talabga muvofiq bo'ladi va A savdo do'koni uni sotganda  $s$  pul birligida foyda ko'radi.



2). Agar A va B savdo do'konlarga bir xil turdagi  $i=j$ , mahsulot keltirilsa, bu holda  $i$ - turdagi mahsulot A savdo do'konida talabga ega bo'lmaydi, chunki xuddi shunday mahsulot shu narxda, lekin yuqori sifatli B savdo do'konidan sotib olish mumkin, shuning uchun A savdo do'koni mahsulotlarni saqlashda, tashishda, buzilishidan zarar ko'radi, ya'ni  $i$ - turdagi mahsulotdan  $d_i$  pul birligida. Bunday konflikt holatni  $n=3$  ga teng bo'lganda ifodalab, o'yin matritsasini tuzing.

**32.2-misolni yechish.** A va B o'yinchilar sifatida A va B savdo do'konlar mos ravishda qabul kilinadi. Foyda ko'rish maqsadida A tomon  $A_i$  strategiyani tanlash imkoniyatiga ega, ya'ni o'z bazasidan  $i$  turdagi mahsulot keltiradi. A va B tomonlar  $A_i, B_j$  strategiyalarni tanlagan bo'lsalar. Bu holda :

1).  $i \neq j$ - da A savdo do'koni  $i$  turdagi mahsulotni savdo do'koniga keltiradi va bu mahsulot  $j$  turdagi mahsulotdan farqli bo'lib, bu  $j$  turdagi mahsulot V savdo do'koniga keltirilgan, lekin  $i$  mahsulotga talab bo'lgani uchun A o'yinchi  $a_{ij} = s_i$  pul birlik foyda ko'radi.

2). Agar  $i=j$  bo'lsa, bunday turdagi mahsulotga A savdo do'konida talab bo'lmaydi, xaridor B savdo do'konidan xarid qiladi, shuning natijasida savdo do'koni A zarar ko'radi, bu zarar  $d_i$  pul birligiga teng, yani A o'yinchining yutug'i  $a_{ii}$  teng bo'ladi:  $a_{ii} = -d_i$

Shunday qilib, A o'yinchining yutuq funksiyasi quyidagi ko'rinishni ifodalaydi:

$$F_A(i, j) = \begin{cases} c_i, & i \neq j \text{ bo'lganda } i, j = \overline{1, n} \\ -d_i, & i = j \text{ bo'lganda} \end{cases}$$

O'yin matritsasi esa, quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$           | $B_2$           | $B_3$           |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| $A_1$                | $A_{11} = -d_1$ | $a_{12} = c_1$  | $a_{13} = c_1$  |
| $A_2$                | $A_{21} = c_2$  | $a_{22} = -d_2$ | $a_{23} = c_2$  |
| $A_3$                | $A_{31} = c_3$  | $a_{32} = c_3$  | $a_{33} = -d_3$ |

Malumki  $c_i, d_i, i=i$ , gacha o'zgarganda, aniq son qiymatlarida aniq conli o'yin matritsa hosil qilinadi.

## Tayanch iboralar

O'yin xarakteristikalar, antogonistik o'yin, koalitsiyasiz o'yin, merkantilizm teoriyasi, eksport, import, strategiyalar, yutuq matritsalar.

## Xulosa

O'yin kaolitsiyali, kaolitsiyasiz va antogonistik o'yinlar xarakteristikalariga ko'ra gruppalanadi. Antogonistik o'yinda bir o'yinchi qancha yutsa, ikkinchi o'yinchi shuncha yutqazadi, ya'ni o'yinlar yig'indisi nol yutuqqa ega. Xulosa qilib aytish mumkinki, ijtimoiy-iqtisodiy model konflikt tashqi savdoda ham uchrashadi, bu esa markentalizm teoriyasi orqali ifodalanadi (ya'ni eksport importdan katta bo'lgani sababli, mamlakatda ko'p miqdorda kumush va oltin to'plangan). Bunday holda bitta mamlakatning oltin zaxirasi ikkinchi mamlakat hisobidan oshadi. O'quvchilar esa o'yin guruhlar bilan tanishadilar hamda bilimlarini masalalarni yechish bilan mustahkamlaydilar.

## Takrorlash uchun savollar

1. Qanday o'yinga antogonistik o'yin deyiladi?
2. Nega chekli antogonistik o'yinga «matritsali o'yin» deyiladi?
3. Matritsali o'yin qanday to'plam orqali ifodalanadi?
4. Qanday o'yin bimatritsali o'yin deyiladi?
5. Yutuq funksiyasining son qiymati qanday belgilanadi?
6. Antogonistik o'yinda yutuq yig'indilari nimaga teng bo'ladi?
7. Antogonistik o'yinga qanday tenglik o'rinli ( $B = -At$ )?
8. To'lov matritsa  $A$  ma'lum bo'lsa,  $B$  to'lov matritsani tuzish mumkinmi?
9. Yutuq funksiyasi qanday ko'rinishlarga berilishi mumkin?
10. Yutuq funksiyasi analitik ko'rinishda berilishi mumkinmi?

## Mashqlar

**32.1-mashq.** (tovarlarni yetkazish) univermag boshlig'i aniq turdagi tovarni keltirishga buyurtma beradi. Ma'lumki, bunday turdagi tovarga talab 6 tadan 9 birlik orasida bo'ladi. Agar berilgan buyurtma yetmasa, tezlik bilan buyurtma berib, yetmaydigan tovarni keltirish mumkin.  $A$  talab univermagdagi tovardan kam bo'lsa, ortib qolgan tovarni univermag omborida saqlashga topshiriladi. Tovar qaysi hajmda buyurtma berilsa, omborda saqlash tezda keltirishdagi xarajatlar minimumiga teng bo'lsin. Tovar birligining xarajatlari omborda saqlash 1 ming pul birligi tez buyurtma berib keltirish uchun 2 ming pul birligi bo'lsa, to'lov matritsasi tuzilsin.

## Ko'rsatma va javoblar

**32.1-mashq** «Tovar yetkazish» masalasida o'yinchilar bir tomondan A univermag rahbari. Bu rahbar shunday strategiyani tanlashi kerakki, ya'ni shunday hajmda tovarga buyurtma berishi kerakki, bunda qo'shimcha xarajatlar minimumga teng bo'lsin, boshqa tomondan-talab j hajmda obektiv haqiqat (B o'yinchi) hech qanday manfaatga talabgor emas.

Agar  $c = -2$  pul birligi (xarajat)  $c_2 = -1$  pul birligiga teng bo'lsa, (xarajat) to'lov matritsa elementlari uchun quyidagi analitik formula o'rinli.

$$F_A(i, j) = \begin{cases} (j-i) \cdot c_1, & i < j \text{ bo'lganda} \\ j-i=0 & i = j \text{ bo'lganda} \\ (i-j) \cdot c_2, & i > j \text{ bo'lganda} \end{cases}$$

To'lov matritsa elementlarini hisoblash uchun analitik formuladan foydalanib hosil qilamiz.

A-matritsa.

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| $A_1$                | 0     | -2    | -4    | -6    |
| $A_2$                | -1    | 0     | -2    | -4    |
| $A_3$                | -2    | -1    | 0     | -2    |
| $A_4$                | -3    | -2    | -1    | 0     |

Masalan, A matritsaning  $a_{34}$  elementni hisoblashi kerak bo'lsa, ya'ni  $i=3, j=4$  ga teng, bunda  $i < j$  bo'ladi, bu holda  $a_{34}$  element uchun quyidagi sonni hosil qilamiz:  $a_{34} = (j-i)c = (4-3)c_1 = 1(-2) = -2$  pul birligi hosil bo'ladi.

Matritsa A-ning boshqa elementlarini ham shunday usulda hisoblash mumkin.



### § 33. MAKSIMIN VA MINIMAKS STRATEGIYALAR, O'YINNING YUQORI VA QUYYI NARXLARI

33.1. Maksimin va minimaks strategiyalar.

33.2. O'yinning yuqori va quyi narxlari.

33.1. Maksimin va minikamks strategiyalar.

Shunday  $m \times n$  o'lchovli matritsali o'yinni ko'rib chiqamizki, unda  $A$  va  $B$  raqiblar o'zlarining

$$S_A^C = \{A_1, A_2, \dots, A_n\} \text{ va } S_B^C = \{B_1, B_2, \dots, B_m\} \quad (33.1)$$

aniq strategiyalari bilan o'yinda qatnashsinlar.

Ma'lumki,  $A$  o'yinchining  $F(i, j)$  yutuq funksiyasining son qiymati  $a_{ij}$  ga teng, ya'ni  $F_A(i, j) = a_{ij}$ .

O'yinchilarning mumkin bo'lgan harakatlari matritsali o'yinda ularning strategiyalarining to'plamlari orqali ifodalanishini nazarga olgan holda shunday strategiyalarni tanlash kerakki, uni tanlashdan  $A$  tomon maksimum yutuqqa erishsa,  $B$  tomon esa, minimum yutqazadi.

$A$  o'yinchi  $A_i$  strategiyani tanlasa, uning yutug'i  $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}$  yutuqlardan birortasiga ega bo'ladi, bu yutuq esa, albatta, (33.1)  $B$  tomon qaysi bir strategiyani tanlashiga bog'liq.

Faraz qilaylik,  $A$  o'yinchining xatti-harakati sog'lom o'ylov asosida bo'lib,  $B$  o'yinchi o'zining eng yaxshi o'yinini o'zining o'ylovi bo'yicha o'tkazadi,  $A$  o'yinchi  $A_i$  strategiyani tanlaganda  $B$  o'yinchi  $B_j$  strategiyani tanlaydikim,  $A$  o'yinchining yutug'i minimumga teng bo'la qoladi.

Yuqoridagi (33.1) yutuqlar orasidagi eng kichigini  $a_i$  bilan belgilaymiz:

$$A_i = \min a_{ij}, \quad i=1, 2, \dots, m. \quad (33.2)$$
$$i \leq j \leq n$$

Buni  $A$  tomonning  $A_i$  - strategiyasini effektivlik ko'rsatkichi deb qabul qilamiz.

Sog'lom o'ylov asosida  $A$  tomon shunday strategiyani tanlashi kerakki, effektivlik ko'rsatkichini eng katta, ya'ni maksimum  $a_i$  qiymati bo'lsin, bu maksimum qiymatni  $a$  - orqali belgilaymiz:

$$a = \max a_i \quad (33.3)$$

yoki, yuqoridagi tenglik asosida

$$a = \max \min a_i \quad (33.4)$$

$$j \leq i \leq m \quad i \leq j \leq n$$

A-tomonning effektiv strategiyasi tanlashni (33.3), (33.4) maksimin prinsipi deyiladi,  $a$  yutuqqaesamaksimin deyiladi. A-tomonning maksimin strategiyalarning to'plamini  $S_A^{C \max \min}$  orqali belgilaymiz.

Maksimin  $a$ -ga mos strategiya  $A_{i_0}$   $i_0$ - nomerda  $a_i$  effektivlik ko'rsatkichni maksimallashtiradigan, ya'ni.

$$a = a_{i_0} \quad (33.5)$$

A-tomonning maksimin strategiyasi deyiladi.

### 33.2 O'yinning yuqori va quyi narxlari.

Agar A tomon  $A_{i_0}$  strategiyani tanlasa, B o'yinchi esa xohlangan  $B_j$  strategiyani tanlasa, bu holda, hosil bo'lgan ( $A_{i_0}, B_j$ ) holatda A tomonning yutug'i sof  $a_{ij}$  strategiyalarida quyidagi o'rinli bo'ladi:

$$a_{i_0 j} \geq \min a_{ij} = a_{i_0} = \quad (33.6)$$

Oxirgi tengsizlik shuni ifodalaydi: agar A tomon o'yinda maksimin strategiyasi yo'lidan borsa, bu holda B tomon qanday strategiyani qabul qilmasa, A tomonga kafolatli (garantiyali) yutuq sof strategiyalar bo'yicha, maksimin  $a$  dan kichik bo'lmaydi.

Shuning uchun (33.3) formula asosida aniqlangan  $a$  songa o'yin narxining ostki narxi, sof strategiyalar deyiladi.

Xuddi shunday amallar bilan, lekin teskari ravishda, avval ustunlar bo'yicha  $a_{ij}$  maksimumni, keyin esa minimumni tanlab hosil qilamiz

$$\begin{aligned} (\max a_{ij} = \beta_i, \min \beta_i = \beta) \\ \beta = \min \max a_{ij} \quad (33.7) \\ i \leq j < n \quad j \leq i \leq m \end{aligned}$$

Noeffektlik ko'rsatkich deb,  $\beta$  tomoning tanlangan strategiya  $\beta_i$  - ning eng kichik qiymatiga aytiladi.

Mezon (33.7) bu  $V$  o'yinchining tanlangan effektiv strategiyasi minimaks prinsipi deyiladi, yutuq  $\beta$  esaminimaks hisoblanadi.

Strategiya  $B_{j_0}$ -da  $\beta = \beta_{j_0}$  (33.8) o'rinli bo'lsa, B o'yinchining minimaks strategiyasi deyiladi, ularning to'plamini esa  $S_B^{\min \max}$  orqali ifodalaymiz.

Har doim quyidagi tengsizlik o'rinli:

$$A_{k j_0} \leq \max a_{ij} = \beta_{j_0} = \beta$$

Ya'ni, B o'yinchi uzining minimaksli nazariyasini nazarga olgan holda, A tomon qanday strategiyani qabul qilmasa ham, minimaks  $\beta$

dan katta songa yutqazmaydi. O'yin narxlarining ostki va yuqori qiymatlarini aniqlash uchun yutuq matritsasi o'lchamlarini effektivlik ko'rsatkich  $\alpha$  ga  $(n+1)$  ustun qo'shib, ya'ni A o'yinchining  $A_i$  strategiyalari hamda  $\beta_i$  noeffektivlik ko'rsatkichi  $B_i$  strategiya. B o'yinchi uchun, bu holda quyidagi matritsani hosil qilamiz (33.1 jadval):

33.1-jadval.

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$     | $B_2$     | - | $B_n$          | $d_i$      |
|----------------------|-----------|-----------|---|----------------|------------|
| $A_1$                | $a_{11}$  | $a_{12}$  | - | $\alpha_{1n}$  | $\alpha_1$ |
| $A_2$                | $a_{21}$  | $a_{22}$  | - | $\alpha_{2n}$  | $\alpha_2$ |
| -                    | -         | -         | - | -              | -          |
| $A_m$                | $a_{m1}$  | $A_{m22}$ | - | $\alpha_{min}$ | $\alpha_m$ |
| $B_j$                | $\beta_1$ | $\beta_2$ | - | $\beta_n$      | $\alpha$   |

bu (33.8) matritsaning elementlari uchun quyidagi tengsizlik o'rinli:

$$a_i \leq a_{ij} \leq \beta_j \quad (33.9)$$

Bundan o'yinning quyi narxi uning yuqori narxidan katta emas, sof strategiyalarini nazarga olinsa,

$$a = \beta \quad (33.10)$$

hosil qilinadi.

**33.1-misol.** O'yinning quyi va yuqori narxi aniqlansin hamda A o'yinning maksimin strategiyasi va B o'yinchi uchun minimaks strategiyasini qo'llasak, quyidagi to'lov matritsani hosil qilamiz (33.2-jadval):

33.2-jadval.

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$        | $B_2$         | $B_3$         |
|----------------------|--------------|---------------|---------------|
| $A1$                 | $a_{11}=c_1$ | $a_{12}=c_1$  | $a_{13}=c_1$  |
| $A2$                 | $a_{21}=c_2$ | $a_{22}=-d_2$ | $a_{23}=c_2$  |
| $A3$                 | $a_{31}=c_3$ | $a_{33}=c_2$  | $a_{33}=-d_3$ |

Agar  $d_1=3$ ,  $d_2=d_3=2$ ,  $c_1=c_3=4$ ,  $C_2=1$  pul birligiga teng bo'lsa, sonli o'lov matritsani hisoblash mumkin.

**33.1-misolning vechimi.** Bu pul birliklarini (33.11) matritsaga qo'yib, quyidagi sonli to'lov matritsani hosil qilamiz, unga maksiminni A o'yinchi chun va minimaksni B o'yinchi uchun qo'llasak quyidagi matritsani osil qilamiz (33.3 jadval).



| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $\alpha_i$     |
|----------------------|-------|-------|-------|----------------|
| $A_1$                | -3    | 4     | 4     | -3             |
| $A_2$                | 1     | -2    | 1     | -2             |
| $A_3$                | 4     | 4     | -3    | -2             |
| $\beta_j$            | 4     | 4     | 4     | 4 \diagdown -2 |

Bu matritsadan ma'lumki, o'yinning quyi narxi  $a=-2$ , yuqori narxi  $\beta=4$  ga teng, shunday qilib  $a=-2=a_2=a_3$ , bundan A o'yinchining  $A_2, A_3$  strategiyalari maksiminli:  $S_A^{Cmax\ min}=(A_2, A_3)$ , shunga o'xshash  $\beta=4$ , tenglikdan  $B=4=\beta_2=\beta_3$  xulosa chiqadikim V o'yinchining  $B_1, B_2, B_3$  strategiyalari minimakslidir, ya'ni

$$S_B^{Cmin\ max}=(B_1, B_2, B_3)$$

Shunday qilib, A o'yinchi  $A_2, A_3$  strategiyalarini qo'llab o'ziga 2 dan oz bo'lmagan «yutuqni» kafolatlaydi, ya'ni 2 dan ko'p bo'lmagan pul birligiga yutqazadi.

Xuddi shunday, B o'yinchi xohlagan strategiyasini tanlagan holda, hammasi minimaksli bo'lgani uchun 4 pul birligidan ko'p yutqazishi mumkin emas.

Agar A o'yinchi o'zining maksimin strategiyasidan voz kechsa, ya'ni  $A_1$  strategiyani qabul qilsa, B tomon  $B_1$  strategiyani qabul qiladi va  $(A_1, B_1)$  holatni qabul qiladi, bunda A o'yinchi 3 pul birligi yutqazadi, bu kafolatlagan 2 pul birlik yutqazilgandan ko'p, maksimin strategiyadagi holatda.

### Tayanch iboralar

Maksimin va minimaks strategiyalar, o'yin matritsasi, yutuqlar, mantiqiy o'ylov, o'yinning yuqori va quyi narxi, sof strategiyalar.

### Xulosa

O'yin matritsasiidan foydalanib, yutuqlar orasida eng kichigini tanlaymiz, sog'lom o'ylov asosida A tomon shunday strategiyalarni tanlashi kerakki, effektivlik ko'rsatkichi eng katta, ya'ni maksimum ai qiymati bo'lsin. A tomonning effektiv strategiyasini tanlashi maksimin prinsipi deyiladi. Agar o'yindamaksimin vaminimaks qiymatlar (o'yinning

quyi narxi va yuqori narxi) teng bo'lsa, bu o'yinning narxini ifodalaydi. Shunday qilib, o'yin nazariyasi asosida o'yin narxini aniqlash mumkin.

### Takrorlash uchun savollar

1. O'yin nazariyasida optimallik negizi deb nima tushuniladi?
2. Strategiyaning tanlashda A o'yinchining maqsadi nima?
3. A o'yinchining qanday yutuq'i effektivlik koeffitsiyenti deyiladi?
4. Nega maksimum  $\alpha$ -ni o'yinning quyi narxi hisoblanadi?
5. Strategiyaning tanlashda B o'yinchining maqsadi nima?
6. A o'yinchining qanday yutuq'i B strategiyani koeffitsiyenti hisoblanadi?
7. Minimum optimallashtirish prinsipi nimada va uning natijasida hosil qilingan yutuqqa nima deyiladi? (B).
8. Nega minimum  $\beta$  ning qiymati o'yinni yuqori narxi deyiladi?
9. Nega har doim  $\alpha \leq \beta$  tengsizlik o'rinli?

### Mashqlar

33.1-mashq. O'yinning yuqori va quyi narxlarini aniqlang, ya'ni A o'yinchining maksimum strategiyalarda va B o'yinchining minimum strategiyalarda quyidagi mashqlar shartlarini nazarga olgan holda:

- a) mashq 32.3;
- b) mashq 32.4.

33.2-mashq. O'yinning quyi va yuqori narxlarini quyidagi masalalar sharti asosida aniqlang:

- a) mashq 32.1;
- b) mashq 32.2.

33.3-mashq. Mashq 32.5 ning shartidan foydalanib, A o'yinchining maksimum strategiyalarini hamda o'yinning yuqori va quyi narxlarini aniqlang.

33.4-mashq. (Konkurentli bozor). Tadbirkor ikki xil tovarga ega bo'lib, uni bozorda sotishga harakat qiladi, bunday tovarlarni konkurent tomon ham sotishi mumkin. Tadbirkorga konkurenti qaysi tovarlarni bozorga chiqarib sotishi nomalum. Konkurentga ham tadbirkor qaysi tovarlarni bozorga chiqarib sotilishi nomalum. Faraz qilaylik, A o'yinchi — tadbirkor bo'lib, B o'yinchi konkurent bo'lsin. A o'yinchi mumkin bo'lgan ikkita  $A_i$  strategiyalarga ega,  $i=1, 2$ . O'yinchi B ham ikkitadan bitta strategiyani qo'llashi mumkin bo'lib,  $j$  turdagi tovarni sotmoqchi,  $j=1, 2$ . Konkurentning mollari bozorda bo'lganini nazarga olgan holda, tadbirkorga tovarlarini bozorda sotishning ehtimolligi ma'lum. Agar bu ehtimollikni tadbirkorning yutuq'i deb qabul qilsak, ular quyidagi o'yin matritsasini hosil qiladi (A jadval):

A-jadval.

| $B_j$ | $B_1$ | $B_2$ |
|-------|-------|-------|
| $A_i$ |       |       |
| $A_1$ | 0,2   | 0,8   |
| $A_2$ | 0,7   | 0,3   |

O'yining quyi va yuqori narxini aniqlang, A o'yinchining maksimin strategiyasi bilan B o'yinchining minimaks strategiyasi aniqlansin.

33.5-masha. A bank V hissadorlik jamiyatning aksiyalarini sotib olishga intiladi. Xaridni foydali qilish uchun bank sotuvchiga aksiyaning real narxi bilan ta'minlaydi, bu axborot aniq bo'lishi mumkin ( $A_1$  strategiya), yoki yolg'on ham bo'lishi mumkin ( $A_2$  strategiya).

Sotuvchi bir vaqtning o'zida bu axborotga ishonishi mumkin ( $B_1$  strategiya) yoki axborotni inkor qilishi mumkin ( $B_2$  strategiya). To'lov sifatida o'sish qiymati jalb qilingan mablaqqa nisbatan qabul qilinsin va to'lov matritsa quyidagi ko'rinishda berilgan bo'lsa (B jadval):

B-jadval.

| $B_j$ | $B_1$ | $B_2$ |
|-------|-------|-------|
| $A_i$ |       |       |
| $A_1$ | 0,6   | 1,0   |
| $A_2$ | 1,0   | 0,5   |

O'yinning quyi narxi a-ni aniqlang, bank qaysi strategiyani tanlasinkim uning yutug'i a dan kam bo'lmasin

### Javoblar va ko'rsatmalar

33.1. a)  $a=\beta=T$ , maksimin strategiya- $A_1$ , minimaks strategiya -  $B_1$ ;

b)  $a=0$ , maksimin strategiyalar -  $A_1, A_2$ ;

b, minimaks strategiyalar -  $B_3, B_4$ .

33.2. a)  $a=-2$       b)  $\beta=20$

33.3.  $a=\beta=3000$  shartli pul birligi,  $A_2$ -maksimin strategiya.

33.4.  $a=0,3$ ;  $b=0,7$ ; maksimin strategiya -  $A_2$ ; minimaks strategiya -  $B_1$ .

33.5.  $a=0,6$ ; maksimin strategiya -  $A_1$ .



## § 34. EGAR NUQTAGA EGA BO'LGAN O'YIN YECHIMI

34.1. Turg'un bo'lmagan holatlar.

34.2. Turg'un bo'lgan holatlar.

34.3. Aralash strategiyalar.

34.1. Turg'un bo'lmagan holatlar.

Antagonistik o'yinda, o'yinchilarning effektiv strategiyalarini tanlash problemasini boshqa bir mavqeda ko'ramiz.

Buning uchun yuqorida hosil qilingan yutuq matritsasini tahlil qilamiz (34.1-jadval).

34.1- jadval.

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $\alpha_i$ |
|----------------------|-------|-------|-------|------------|
| $A_1$                | -3    | 4     | 4     | -3         |
| $A_2$                | 1     | -2    | 1     | -2         |
| $A_3$                | 4     | 4     | -2    | -2         |
| $\beta_j$            | 4     | 4     | 4     | -2         |

Ma'lumki, A raqibning maksimin strategiyalari  $A_2$  va  $A_3$  bo'lib, B raqibning minimaks strategiyalari uchun hamma  $B_1, B_2, B_3$  strategiyalari bo'ladi. Masalan, faraz qilaylik A o'yinchi bir  $A_2$  maksiminli strategiyasini saqlab qolsin, buni bila olib B o'yinchi o'zining eng katta yutuqqa erishishi uchun  $B_2$  strategiyasini tanlaydi, bu holda  $-a_{22} - (-2) = 2$  ga teng bo'lgan yutuqqa erishadi. A tomon esa, javob yurish qilib  $A_1$  yoki  $A_3$  strategiyalari tanlaydi. A va B o'yinchilarni yuqoridagi harakatlarini yaxshiroq ko'rinishi uchun quyida jadvallarni tuzamiz:

| Yurish № | Tanlangan strategiya | Yutuq        |
|----------|----------------------|--------------|
| 1        | $A_2$                | -            |
| 2        | $A_3$                | $a_{32} = 4$ |
| 3        | $A_1$                | $a_{13} = 4$ |
| -        | -                    | -            |

| Yurish № | Tanlangan strategiya | Yutuq                |
|----------|----------------------|----------------------|
| 1        | $B_2$                | $-a_{22} - (-2) = 2$ |
| 2        | $B_3$                | $-a_{13} - (-2) = 2$ |
| 3        | $B_1$                | $-a_{11} - (-3) = 3$ |
| -        | -                    | -                    |

Jadvallardan ma'lumki, A va B o'yinchilarning birinchi yurishlaridan keyin ( $A_2, B_2$ ) holat yuzaga keladi, bu holat B o'yinchi uchun qulay hisoblanadi, chunki u yutuqqa erishadi, «yutuq'i»-  $a_{22}=2$ ga teng lekin bu A o'yinchini qanoatlantirmaydi, chunki u minimal yutuqqa ega bo'ladi, yutug'i  $-a_{22}=-2$  ga teng bo'ladi. Shuning uchun A o'yinchi ikkinchi yurishida  $A_2$  strategiyasini  $a_3$ - ga almashtiradi va o'yinni ( $A_3, B_2$ ) holatga keltiriladi, bu esa B o'yinchini qanoatlantirmaydi. O'yinchi B o'zining  $B_2$  strategiyasini  $B_3$  strategiyaga almashtiradi va ( $A_3, B_3$ ) holat yuzaga keladi va hokazo.

Holatlarni almashtirish quyidagi ko'rinishni qabul qiladi.

$$(A_2, B_2) \rightarrow (A_3, B_2) \rightarrow (A_3, B_3) \rightarrow (A_3, B_3) \rightarrow (A_1, B_1) \rightarrow \dots$$

Shunday qilib, yurishlar natijasida (mustahkam) turg'un bo'lmagan holatlar paydo bo'ladi.

### 34.2. Turg'un bo'lgan holatlar.

Lekin, turg'un (mustahkam) bo'lmagan holatlar hamma o'yinlarda o'rinli emas, buni quyidagi misolda ko'ramiz.

34.1-misol. Konkurent bo'lgan ikki A va B moliya kompaniyalarni ko'ramiz. Investitsiya olish uchun, B kompaniya  $B_1, B_2, B_3$  loyihalarni tuzuvchilar bilan muzokara olib boradi. B kompaniyaning vazifasi muzokaralarning ijobiy hal etishida, A kompaniyaning vazifasi esa B kompaniya muzokaralarini yo'qqa chiqarib, investitsiyalashda B kompaniyaning o'rnini egallashda yo'naltirishdan iborat.

A kompaniya o'zining maqsadiga erishish uchun  $A_1, A_2$  strategiyalarni qo'llaydi.  $A_1$  strategiya asosida loyiha tuzuvchilarga B kompaniyaga qaraganda investitsiyalashning foydali sharoit yaratish bo'lib,  $A_2$  strategiya bo'yicha esa, loyihalarni tuzuvchilarga B kompaniyani qoralaydigan dalillarni bermoqchi.

Kompaniya A ning  $A_1$  strategiya bo'yicha harakati B kompaniyaning muzokaralarning  $B_1, B_2, B_3$  loyihalarni tuzuvchilarni 0,7; 0,5; 0,3 tasodif sonlar bilan manfiy natijalarga keltirish, strategiya  $A_2$  bo'yicha esa 0,6; 0,9; 0,4 tasodiflar bilan inkor etmoqchi.

Shu holatni modellashtiramiz.

Bu konflikt hol, antagonistik maqsadlarni ifodalaydi, chunki tomonlar qarama-qarshi maqsadlarga ega.

O'yinchilar A va B moliya kompaniyalari bo'lib, A tomon  $A_1, A_2$  sof strategiyalardan, ya'ni  $S_A^c = \{A_1, A_2\}$ , B tomon esa strategiyalar to'plami, ya'ni uchta strategiyalardan tuzilgan  $S_B^c = \{B_1, B_2, B_3\}$ .

B o'yinchi uchtdan, bitta loyihani olishga majbur, A o'yinchi esa ikkita harakatidan faqat bittasini tanlaydi.

A o'yinchi ning yutug'i sifatida (yoki B o'yinchining yutqazgani) B kompaniyaning muzokaralarini inkor qiladigan ehtimollari ko'riladi.

A o'yinchi o'zining strategiyalari bilan yutug'ini maksimallashtirishga, B o'yinchi esa minimallashtirishga harakat qiladi.

O'yin matritsasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi (34.2-jadval).

34.2-jadval.

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $\alpha_i$ |
|----------------------|-------|-------|-------|------------|
| $A_1$                | 0,7   | 0,5   | 0,3   | 0,3        |
| $A_2$                | 0,6   | 0,9   | 0,3   | 0,4        |
| $\beta_j$            | 0,7   | 0,9   | 0,4   | 0,4        |

Jadvalning bunday holatida A o'yinchining maksimin strategiyasi  $A_2$  bo'lib, B o'yinchining minimaks strategiyasi  $B_3$  hisoblanadi.

Agar o'yinchi o'zining maksimin strategiyasini  $a_2$  — ni saqlab qolsa, bunda B o'yinchi o'zining minimaks  $B_3$  strategiyasini tanlashi kerak, chunki A o'yinchining yutug'i minimumga teng bo'lishi lozim, ya'ni  $a_{23}=0,4$  (matritsaning ikkinchi qatori 34.2-jadval). Bunda A o'yinchi ya'ni  $A_2$  strategiyasini tanlash bilan javob qaytarishi kerak, chunki u maksimal foyda olishi kerak, ya'ni  $a_{23}=0,4$ . javob yurish bilan B tomon yana  $B_3$  strategiyani tanlaydi va hokazo.

Shunday qilib, A va B o'yinchilar o'zlarining maksimin va minimaks strategiyalaridan boshqa strategiyalarni tanlamaydilar, chunki ular yutuqlarini ko'paytira olmaydilar.

Bu o'yinda ( $A_2, B_3$ ) holat barqaror hisoblanadi, ya'ni narxlarning quyi va yuqori qiymatlari mos ravishda teng:

$$a=\beta=0,4$$

Xulosa qilish mumkinki, shunday o'yinlar mavjudki, ularning quyi va yuqori narxlar teng, ya'ni  $a=\beta$ , ularning minimaks strategiyalari barqaror xossaga ega.

Bunday o'yinlarning nazariy tahlili asosida ba'zi tushunchalar o'rinli bo'ladi.

Faraz qilaylik,  $m \times n$  o'yinda, A va B o'yinchilar quyidagi sof strategiyalar to'plamlariga ega bo'lsin:



$$S_A^c = \{A_1, A_2, \dots, A_m\} \text{ va } S_B^c = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$$

Bu o'yinning matritsasi (34.1) ko'rinishda bo'lsin. A va V o'yinchilar  $A_{i_0}$  va  $B_{j_0}$  bunda  $i_0 \in (1, \dots, m)$ ,  $j_0 \in (1, \dots, n)$  strategiyalarni tanlaganlarida  $(A_{i_0}, B_{j_0})$  holat qoniqarli (qabul qiladigan, qabul qilish mumkin) A o'yinchi uchun, agar

$$a_{ij} \leq a_{i_0, j_0}, \text{ bunda } i = 1, \dots, m \quad (34.1)$$

va qoniqarli B o'yinchi uchun, agar

$$a_{i_0, j} \leq a_{i_0, j_0}, \text{ bunda } j = 1, \dots, n \quad (34.2)$$

**Teorema.** Holat  $(A_{i_0}, B_{j_0})$  A o'yinchi uchun faqat shu vaqtda qoniqarli, agar uning yutug'i  $a_{i_0, j_0}$  o'yinchi V-ning  $B_{j_0}$  strategiyasi noeffektiv  $b_{j_0}$  ko'rsatkichiga to'g'ri kelsa:

$$a_{i_0, j_0} = \beta_{j_0} \quad (34.3)$$

Ya'ni, o'yin matritsasining  $j_0$  ustunida maksimumga ega.

**Isbot.** Faraz qilaylik  $(A_{i_0}, B_{j_0})$  holat A o'yinchi uchun qoniqarli bo'lsin. Bu holda, ta'rifga ko'ra, (34.1) tenglik o'rinli, shu tengsizlikdan va tengsizlikdan, ya'ni  $\beta_j = \max_i a_{ij}$  tengsizlikdan, ya'ni  $\beta_{j_0}$  strategiyaning noeffektiv ko'rsatkichidan hosil qilamiz:

$$a_{i_0, j_0} = \max_i a_{i, j_0} = \beta_{j_0} \\ j \leq i \leq m$$

Ya'ni tenglik (34.3) o'rinli ekanligi isbotlanadi.

Teskari, faraz qilaylik (34.3) tenglik o'rinli, bu holda, yana  $b_j = \max_i a_{ij}$  tenglikdan  $j = j_0$  bo'lganda  $j \leq i \leq m$  hosil qilamiz.

$$a_{ij_0} \leq \max_i a_{ij_0} = \beta_{j_0} = a_{i_0, j_0}$$

Ya'ni (33.1) tengsizligi isbotlandi.

B o'yinchining qoniqarli holatining kriteriysi o'rinli bo'ladi. A o'yinchining qoniqarli holatlarini aniqlash uchun, matritsani har bir  $B_{j_0}$  ( $j = 1, \dots, n$ ) ustunida eng katta  $b_{j_0}$  element aniqlanadi, ya'ni noeffektiv ko'rsatkich B tomon uchun ( $b_{j_0}$ ) ularning soni m dan ko'p bo'lmaydi,  $A_{i_0}$  qatorni nazarga olgan holda, bunda  $(A_{i_0}, B_{j_0})$  holat A o'yinchi uchun qoniqarli bo'ladi, ya'ni  $(A_1, B_1)$ ,  $(A_2, A_2)$ ,  $(A_2, A_3)$  holatlar (34.2) matritsada.

B o'yinchining qoniqarli holatlarini aniqlash uchun, matritsaning har bir  $A_{i_0}$  qatorida  $a_{i_0}$  eng kichik element — A o'yinchining  $A_{i_0}$  strategiyasining effektivlik ko'rsatkichini, keyin esa  $B_{j_0}$  ustunda joylashgan  $\beta_{i_0}$  element aniqlanadi, bu holda  $(A_{i_0}, B_{j_0})$  holat B o'yinchi uchun qoniqarli bo'ladi, ya'ni  $(A_1, B_1)$ ,  $(A_2, B_1)$  holatlar, (34.2) matritsada.

Ta'rif. O'yinning ( $A_{i0}$ ,  $B_{j0}$ ) holati muvozanatli yoki muvozanat holat yoki barqaror yoki egar nuqta deyiladi, agar u har bir A va B o'yinchi uchun qoniqarli bo'lsa.

Quyidagi shartlar o'rinli:

$$a_{ij} \leq a_{i0} \leq a_{i0j} \quad j=1, \dots, n \quad (34.4)$$

ya'ni tengsizliklar yoki tengliklar o'rinli bo'lsa

$$a_{i0} = a_{i00} = \beta_{j0} \quad (34.5)$$

Agar A va B o'yinchilarning  $A_{i0}$ ,  $B_{j0}$  strategiyalari muvozanat ( $A_{i0}$ ,  $B_{j0}$ ) holatni, ya'ni egar  $a_{i0}$ ,  $\beta_{j0}$  nuqtaga ega bo'lsa, bu strategiyalarga optimal strategiyalar deyiladi.

A va B o'yinchilarning optimal strategiyalarining to'plamlarini  $S_A^{co}$  va  $S_B^{co}$  bilan belgilaymiz, bunda «O» ingliz so'zining birinchi harfi *optimal* – optimal so'zidan olingan.

Agar o'yinning quyi a narxi, uning yuqori narxi b ga teng bo'lsa, bu holda ularning umumiy qiymati  $\gamma = a = \beta$  ni o'yinning narxi, sof strategiyalarda deyiladi.

A va B o'yinchilarning sof optimal strategiyalari va o'yin narxi  $\gamma$  ning to'plami  $\{S_A^{co}, S_B^{co}, \gamma\}$ -ga o'yinning to'liq yechimi sof strategiyalarda deyiladi. Lekin, agar biron qo'sh sof optimal  $A_{i0}$ ,  $B_{j0}$  strategiyalar va o'yin narxi to'plamiga o'yinning xususiy yechimi sof strategiyalarga deyiladi.

O'yinning narxi shunday xossaga egaki, agar biron o'yinchi A yoki B o'zlarining optimal yechimlaridan boshqa yechimni qabul qilsalar, ular yutuqlarini oshirishga erishmaydilar.

### 34.3. Aralash strategiyalar.

Amaliy konfliktlarni modellashtiruvchi antogonistik o'yinlar orasida katta bir qismini egar nuqtaga ega bo'lmagan o'yinlar tashkil etadi, ya'ni shunday o'yinlarki, ularda o'yinning quyi narxi a, yuqori narxi b - dan kichik bo'ladi, ya'ni  $a < \beta$ .

Umuman, o'yin bir marta yurishga ega bo'lsa, tomonlar o'zlarining maksimin yoki minimaks strategiyalarini tanlab yurishlari mumkin. Bu holda A o'yinchi o'ziga a dan kichik bo'lmagan yutuqni ta'minlaydi, B o'yinchi esa, A o'yinchining yutug'i o'yinning yuqori  $\beta$  narxidan oshmasligiga kafolat beradi.

Strategiya aralash strategiya deyiladi, agar u o'zining sof strategiyalari orasida tasodifiy tanlash asosida tarkib topgan bo'lsa. Shunday qilib,

o'yinchining aralash strategiyasi, bu diskret tasodifiy miqdor bo'lib, qiymati sof strategiyalarning raqamlariga teng.

Ehtimollar nazariyasidan ma'lumki, tasodifiy miqdor nafaqat o'zining mumkin bo'lgan qiymatlari bilan, balkim tasodifiy qiymat qabul qiladi, ya'ni, taqsimot qonuniyati asosida aniqlanadi. Aralash strategiya, ehtimollar  $P_1, P_2, P_m$  bilan u A o'yinchi qanday qilib mos ravishda sof strategiyalarini tanlashidan aniqlanadi.

Shuning uchun R aralash strategiyani aynan m-o'lchovli  $(P_1, P_2, P_m)$  vektor bilan tenglashtirish mumkin, ya'ni:

$$P=(P_1, P_2, \dots, P_m), P_i \geq 0, i=1, \dots, m, \sum_{i=1}^m P_i = 1$$

Xuddi shu usulda B o'yinchining aralash strategiyasini ifodalash mumkin:

$$Q=(Q_1, Q_2, \dots, Q_n), Q_j \geq 0, j=1, \dots, n, \sum_{j=1}^n Q_j = 1$$

Ma'lumki,  $S_A^C$  bu sof strategiyalar chekli to'plamdan iborat,  $S_A$  esa, aralash strategiyalar bo'lib, cheksiz to'plamdan iborat, shuning uchun quyidagi o'rinli

$$S_A^C \subset S_A, S_A^C \neq \emptyset, S_A^C \neq S_A,$$

Bunda  $\emptyset$  - bo'sh to'plam.

Aralash strategiyaning sof strategiyalarini chiziqli kombinatsiyalar ko'rinishida yozish mumkin.

$$P=(P_1, P_2, \dots, P_m)=\sum P_i A_i \quad (34.6)$$

Bunda  $A_i=E_i$  birlik matritsa,  $A_i$  sof strategiyalar  $i=1, \dots, m$  Shu tengsizliklarni nazarga olgan holda, sof strategiyalar  $S_A^C$ -ni va aralash strategiyalar  $- S_A$  ni geometrik ko'rinishda izohlash mumkin.

Cheklangan sonli  $x_1, x_2, \dots, x_n$  nuqtalarning qavariq qatori qavariq ko'p yoqli deyiladi.

Agar  $x_1, x_2, \dots$

$x_n$  nuqtalar afinli bog'liq bo'lmasalar, u holda ularning qavariq qobig'i  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , ya'ni k cho'qqili,  $(k-1)$  o'lchovli simpleks deyiladi.

Bu simpleks haqida, u o'zining cho'qqilariga tortilgan, deb hisoblaydilar.

Agar k-1 2, 3, 4-ga teng holatlarda simpleks nuqta, kesma, tekis, uchburchak, tetraedrni ifodalaydi.

Masalan, agar  $m=1$  bo'lsa, A o'yinchi bitta  $A_1$  sof strategiyaga ega, shuning uchun, aralash strategiya sof strategiya bilan to'g'ri keladi.

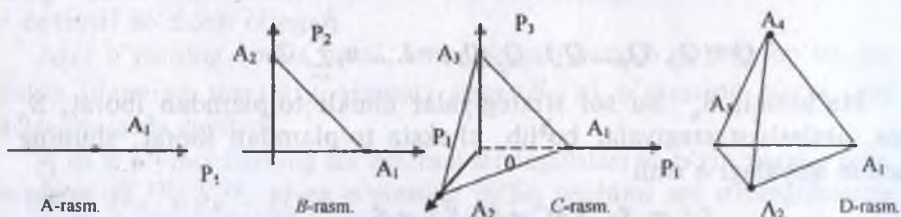


Shunday qilib, aralash strategiyalar to'plami faqat bitta  $A_1$  elementdan iborat:  $S_A = S_A^C = \{A_1\}$  va u 0-o'lchamli vektorni ifodalaydi, ya'ni faqat bitta nuqtadan iborat, bu esa  $A_1$  cho'qqiga mos keladi (A rasmga qarang).

Agar  $m=2$ - ga teng bo'lsa, A o'yinchi ikkita  $S_A^C = \{A_1, A_2\}$  sof strategiyalarga ega, shuning uchun  $S_A$  aralash strategiyalar to'plami 1-o'lchamli,  $A_1, A_2$  ikki cho'qqili simpleksni, ya'ni  $A_1, A_2$  kesmani ifodalaydi (B rasm).

Agar  $m=3$  ga teng bo'lsa, A o'yinchi uchta  $S_A^C = \{A_1, A_2, A_3\}$  sof strategiyalarga ega, shuning uchun  $S_A$  aralash strategiyalar to'plami 2-o'lchamli,  $A_1, A_2, A_3$  - uch cho'qqili simpleksni, ya'ni tekis muntazam uchburchakni ifodalaydi (S rasm).

Agar  $m=4$ - ga teng bo'lsa,  $S_A$  aralash strategiyalar to'plami 3-o'lchovli simpleks bo'lib, muntazam, turt  $A_1, A_2, A_3, A_4$  cho'qqili tetraedrni ifodalaydi (D rasm).



Xuddi shu tarzda B o'yinchining,  $S_B^B = \{B_1, \dots, B_n\}$  sof strategiyalar to'plamining geometrik ko'rinishini izohlash mumkin, bunda  $B_1, \dots, B_n$ ,  $(n-1)$  o'lchamli simpleksning,  $n$  cho'qqilarining to'plamini hosil qiladi,

$$S_B = \{Q = (q_1, \dots, q_n); q_j \geq 0, j=1, \dots, n, \sum_{j=1}^n q_j = 1\}$$

Bo'lgan, aralash strategiyani hosil qiladi.

Agar o'yinchi biron aralash strategiyani nazarda saqlab, biron mexanizmni qo'llab, aniq sof strategiyani tasodifan tanlaydi u esa aralash sof strategiyaga mosdir.

Masalan, A o'yinchining biron,  $A_1, A_2, A_3$  sof strategiyalarini aniqlashda, agar u aralash strategiyani saqlangan holda, sof strategiyalar  $A_1, A_2, A_3$  mos ravishda ehtimollarga teng bo'lganda, kompyuterda tuzilgan programmani qo'llab, ekranda tasodifan biron  $\{1, 2, 2, 2, 3, 3\}$  to'plamni chiqarishdi. Ma'lumki, bu to'plamda raqam 1-marta uchrashadi, 2-marta, 3 son esa - ikki marta uchrashadi. Tushunarliki 1-soni ekranda  $1/6$  ehtimollik bilan, 2-soni  $3/6$  ehtimollik bilan, 3 esa -  $2/$

6 ehtimollik bilan ekranda chiqadi. Agar ekranda  $i$  soni chiqsa,  $i=1, 2, 3$  bunda  $A$  o'yinchi  $A_i$  sof strategiyani tanlaydi.

**34.1-misol.** O'yinchining aralash strategiyasi aniqlansin, agar u 6 ta sof strategiyaga ega bo'lib, sof strategiyasi tanlash usuli asosida 6 yoqli o'yin figurasini (zarikni) qo'llaydi, bu holda sof strategiya soni, zarikning tushgan yoqidagi ochkolar (teshiklar) soniga teng bo'ladi.

**34.1-misolning vechimi.** Ehtimollar nazariyasidan ma'lumki, taso-difiy son  $Z$ -bu zarikni yoqidagi tushgan ochkolar soni quyidagi:

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $Z$ | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
| $P$ | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 |

taqsimotga ega, bunda yuqoridagi qatorda har xil mumkin bo'lgan tasodifiy  $Z_i$ ,  $i=1, \dots, 6$  sonlar joylashib, quyi qatorda esa,  $P_i$  ehtimollar joylashganki, bu sonlarning paydo bo'lishini ifodalaydi. Bunda  $P_i$  ehtimollar normallaydigan shartni qanoatlantiradi:

$$\sum_{i=1}^m P_i = \sum_{i=1}^6 P_i = 1$$

chunki  $Z=Z_i$  hodisalar bu o'rinli bo'lmagan hodisalar to'la gruppasini hosil qiladi. Ma'lumki  $i$  — bu  $A$  o'yinchining sof strategiyasining nomeri bo'lib,  $Z$  tasodifiy miqdorning  $Z_i$  son qiymatiga teng bo'lgani uchun, tasodifiy miqdor  $i$  quyidagi taqsimotga ega:

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $i$ | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
| $P$ | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 |

Ya'ni,  $i$  ( $n_i$ ) nomer bilan tanlanadigan ehtimollik  $P_i$  -ga teng bo'ladi (zarik yoqida  $i$  sonning paydo bo'lish ehtimolligi).

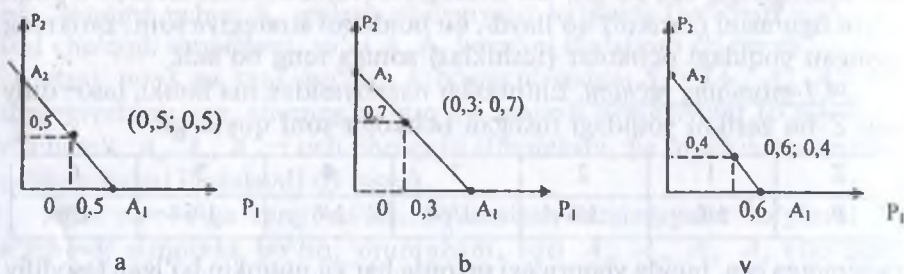
Shunday qilib,  $A$  o'yinchining aralash strategiyasi vektor ko'rinishda ifodalanadi.

$$P_1 = \frac{1}{6}, P_2 = \frac{1}{6}, P_3 = \frac{1}{6}, P_4 = \frac{1}{6}, P_5 = \frac{1}{6}, P_6 = \frac{1}{6}.$$

**34.2-misol**  $A$  o'yinchi ikkita  $A_1, A_2$  sof strategiyalarga ega bo'lsin. 1-o'lchovli simpleksning nuqtalarini yasangki, ular quyidagi aralash strategiyalarni ifodalasin:  $(0,5; 0,5)$ ,  $(0,; 0,7)$ ,  $(0,6; 0,4)$ .

**34.2-misolning vechimi.** Shartga ko'ra,  $A$  o'yinchi ikkita sof strategiyaga ega:  $S_A^c = \{A_1, A_2\}$ , to'plam  $S_A$  sof strategiyaning geometrik ko'rinishi 1-o'lchovli simpleksni ifodalaydi, bu simpleks ikkita  $A_1, A_2$  cho'qqiga ega

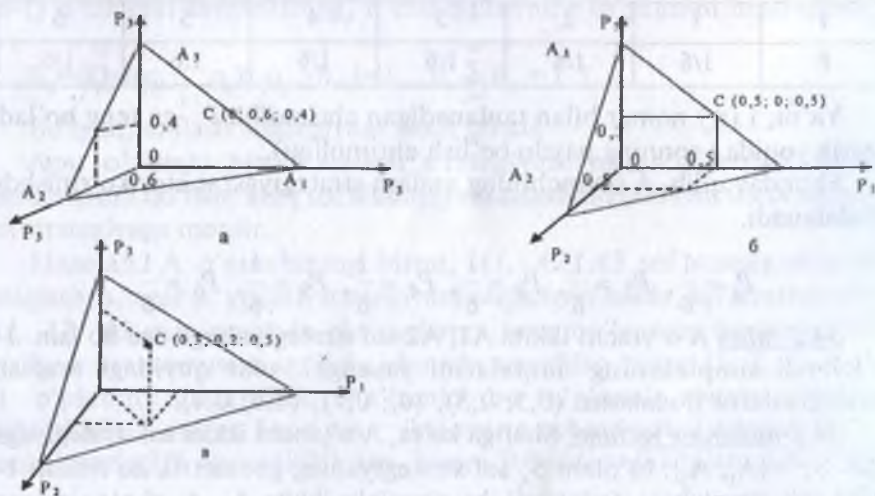
bo'lib,  $A_1, A_2$  kesmani ifodalaydi, shuning uchun aralash strategiya ( $P_1, P_2$ ) nuqtalari berilgan koordinatalar orqali ifodalanadi:  $(0,5; 0,5)$ ,  $(0; 0,7)$ ,  $(0,6; 0,4)$  (34.6 a, b, v rasm).



34.6-rasm.

**34.2-masala** A o'yinchi uchta sof strategiyalarga ega. 2-o'lchamli simpleks nuqtalar tuzilsin, agar ular quyidagi aralash strategiyalarni ifodalasa  $(0; 0,6; 0,4)$ ,  $(0,5; 0; 0,5)$ ,  $(0,3; 0,2; 0,5)$

**34.3-masalaning yechimi:** Shartga A o'yinchi  $S_A^C = \{A_1, A_2, A_3\}$ -uchta sof strategiyalarga ega, unda  $S_A$  uning aralash strategiyasi  $A_1, A_2, A_3$  cho'qqili 2-o'lchovli strategiyaga ega, ya'ni  $A_1, A_2, A_3$  uchburchakni hosil qiladi, aralash strategiyalar ( $P_1, P_2, P_3$ ) — bu shu uchburchakning sirtlaridagi nuqtalarni ifodalaydi:  $(0; 0,6; 0,4)$ ,  $(0,5; 0; 0,5)$ ,  $(0,3; 0,2; 0,5)$ , (34.7 a, b, v-rasmga qarang).





## Tayanch iboralar

Antagonistik o'yin, effektiv strategiyalar, raqiblar, holatlar, turg'un holat, turg'un bo'lmagan holat, kompaniyalar, o'yin narxi maxminda va minmaxda, aralash strategiyalar, egar nuqtaga ega bo'lmagan hol, cho'qqili simplekslar.

## Xulosa

O'yin matritsasida raqiblarning maksimin strategiyalari bilan minimaks strategiyalari teng bo'lsa, o'yin egar nuqtaga ega hisoblanadi, tomonlar o'z yutuqlarini ko'paytira olmaydilar, xohlagan boshqa bir strategiyalarni tanlasalar ham bo'ladi. Cheklangan sonli  $x_1, x_2, \dots, x_k$  nuqtalarning qavariq qatorini, qavariq ko'pyoqli deyiladi, agar ular afikli bog'liq bo'lmassalar, u holda ularning qobig'i  $K$  cho'qqili,  $(K-1)$  o'lchovli simpleks deyiladi. Bu simpleks haqida, u o'zining cho'qqilariga tortilgan deyiladi. Masalan,  $m=1$  da  $A$  o'yinga birta  $A_1$  sof strategiyaga ega, aralash strategiya sof strategiya bilan to'g'ri keladi. Shunday qilib, o'yinning aralash va sof strategiyalarining tengligi geometrik ifodaga ega.

## Takrorlash uchun savollar

1. Qanday holat turg'un bo'lmagan holatlar deyiladi?
2. Qanday holat turg'un bo'lgan holatlar deyiladi?
3. Aralash strategiyalar qanday holda qo'llaniladi?
4. Qaysi holda egar nuqtani aniqlab bo'lmaydi?
5. Optimal strategiya ta'rifini ifodalang.
6. Qaysi vaqtda maksimin va minmaks usullari qo'llaniladi?

34.1-mashq. Quyidagi ko'rinishdagi o'yinning to'lov matritsasida (s-jadval)

S-jadval.

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $\alpha_i$                                                                               |
|----------------------|-------|-------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| $A_1$                | 2     | 4     | 8     | 2                                                                                        |
| $A_2$                | 1     | 7     | 4     | 1                                                                                        |
| $A_3$                | 10    | 3     | 1     | 1                                                                                        |
| $A_4$                | 4     | 4     | 3     | 3                                                                                        |
| $\beta_j$            | 10    | 7     | 8     | <div style="text-align: center;"> <math>\begin{matrix} 3 \\ 7 \end{matrix}</math> </div> |

Qo'shimcha yutuq qiymatini aniqlang, bu A o'yinchining kafolatli minimal yutug'ini ko'paytirsin, B o'yinchini esa o'zining maksimal kafolatli yutqazishni kamaytirsin, shu holda kim, qarshi tomon o'zining minimaks (maksimin) strategiyasini saqlagan holda.

**34.2-mashq.** A o'yinchi aralash strategiyani  $4 \times 4$  o'lchovli o'yinda tasodifan sof strategiyani tanlashi mumkinmi, agar tanlash 52 tali kartalar dastasidan aniqlansa:

A). Aniq tusi (kartadagi aniq hol, masalan agar xohlagan qizil nayza tusi chiqsa, unda A1 strategiya tanlanadi va hokazo...) tushsachi?

B). Kartani tuzishning aniq tusi tushsachi?

**34.3-mashq** A o'yinchi uchta sof strategiyaga ega bo'lsa, 2-o'lchovli simpleks nuqtasini tuzingki, agar u aralash strategiya  $(0,2; 0,8; 0)$ ni ifodalasa.

**34.4-mashq.** A o'yinning aralash strategiyasi  $(0,25; 0; 0,5; 0,25)$  vektor orqali ifodalansa, uni chiziqli bog'liq bo'lgan sof strategiyalar orqali ifodalang.

**34.5-mashq** Sonlar to'plamiga misol keltiringki, undan favqulotda tanlanganda A o'yinchining sof strategiyasining nomeri hosil qilinsa, agar shu nomer  $P=(0,2; 0,8; 0)$  aralash strategiya ko'rinishida saqlansa.

### Javoblar va ko'rsatmalar

34.1. Egar nuqtaga ega bo'lmagan o'yinda, qo'shimcha yutuqning qiymati  $(\beta - a)$  ayirmaga teng, ya'ni  $\beta - a = 7 - 3 = 4$ . Jadvaldan aniqlash mumkinki, maksimin  $a=3$ , minimaks  $\beta=7$ .

Masalan, agar ma'lum bo'lsinki B o'yinchi o'zining  $B_2$  minimaks strategiyasini tanlasin, unda A o'yinchi o'zining maksimin  $A_4$  strategiyasidan voz kechib,  $A_2$  strategiyani qabul qilishi mumkin, unda u 7 birlikni 4 o'rniga yutishi mumkin. Agar V o'yinchiga ma'lum bo'lsinki A o'yinchi o'zining  $A_4$  maksimin strategiyasini qo'llaydi, unda u o'zining  $B_2$  minimaks strategiyasidan voz kechib,  $B_3$  strategiyasini qabul qilishi mumkinki, unda uning o'tkazganligi 4 ning o'rniga 3 ga teng bo'ladi.

34.2. a) Ha, darhaqiqat bu holda normallashadigan shart o'rinli bo'ladi, ya'ni kartaning aniq tusi tushishining ehtimolligi quydagiga teng:

$$P = 1/4, \quad i = 1, 2, 3, 4$$

Va shu ehtimollik bilan strategiyalar tanlanadi.  $A_1, A_2, A_3, A_4$  hamda ehtimollar yig'indisi teng bo'ladi.

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = 1;$$

b) Yo'q, bu holda normallashtirilgan shart o'rinli bo'lmaydi, chunki

bu holda kartani tuzi tushishining ehtimolligi  $P_i = \frac{1}{52}$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$ , bunda shu ehtimollik bilan  $A_1, A_2, A_3, A_4$  strategiyalar tanlanadi, shuning uchun ehtimollar yig'indisi birga teng bo'lmaydi,

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \neq 1 \quad \sum_{i=1}^4 P_i = \frac{4}{52}$$

34.3. S nuqta ikki o'lchovli simpleksni ifodalaydi (A rasm).

$$34.4. \lambda_{1x1} + \lambda_{2x2} + \lambda_{3x3} + \lambda_{4x4} = 1$$

$$\sum_{i=1}^4 \lambda_i = 1, \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 0,25 + 0 + 0,5 + 0,25 = 1$$

$$34.5. \{1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2\}$$

O'yin matritsasi bir necha egar nuqtaga ega bo'lgan hol. Masalan, bu o'yin matritsasi oltita (B-jadval).

B-jadval.

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | $B_6$ | $\alpha_i$ |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| $A_1$                | 2     | 3     | 2     | 6     | 2     | 4     | 2          |
| $A_2$                | 1     | 2     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0          |
| $A_3$                | 2     | 6     | 2     | 3     | 2     | 7     | 2          |
| $A_4$                | 0     | 5     | 1     | 7     | 1     | 4     | 0          |
| $B_j$                | 2     | 6     | 2     | 7     | 2     | 7     | $\beta_j$  |
|                      |       |       |       |       |       |       | 2          |

egar nuqtaga ega:  $a_{11}=a_{13}=a_{15}=a_{31}=a_{33}=a_{35}=2$ .

O'yinning quyi narxi a, uning yuqori narxi b, umumiy son 2 ga teng, ya'ni

$$a = \beta = 2$$



## § 35. O'YIN MATRITSASIDA STRATEGIYALARNING ELEMENTLARI HAR XIL ALOMATLARGA EGA BO'LGAN HOL

35.1. Taklif va talab masalasining qo'yilishi.

35.2. Tomonlarning strategiyalari.

35.3. O'yin bahosini aniqlash.

35.4. Egar nuqtani aniqlash.

35.1. Taklif va talab masalasining qo'yilishi.

O'yin nazariyasida ikkita qarama-qarshi bo'lgan tomonlarning munosabatlari aniqlanadi. Ya'ni, ishlab chiqarish korxonasi bilan (taklif) iste'molchining talabi. O'yin nazariyasida ishlab chiqarish korxonasining ishlab chiqargan mahsulotlariga talab no'malum bo'ladi.

Mahsulotga bo'lgan talabni aniqlash talab etiladi. Ikkala tomonning bir-biriga qarama-qarshi maqsadlari bo'lib, ularning holatlari konflikt holatlarga olib keladi. Bu holning optimal yechimini aniqlash uchun o'yin materiallari qiymatlari tekshiriladi. Bu masalaning optimal yechimlarini aniqlash uchun tomonlarning strategiyalari, ya'ni berilgan rejaning elementlarini izlashi kerak, buning uchun quyidagi o'yinlar jadvalini ko'ramiz: (I-jadval).

35.2. Tomonlarning strategiyalari.

I-jadval.

| A tomon taklif,<br>ishlab chiqarish<br>korxonasi<br>startegiyalari | B tomon talab, iste'molchi strategiyalari |       |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|-------|
|                                                                    | $B_1$                                     | $B_2$ | $B_3$ |
| $A_1$                                                              | 3                                         | -3    | -6    |
| $A_2$                                                              | 6                                         | 8     | 6     |

Jadvaldagi qiymatlarni aniqlaymiz. A tomon 2 ta strategiyaga ega.

B tomon esa 3-ta strategiyalarga ega ( $B_1, B_2, B_3$ ) buni bajarishda har xil alomatlariga (+ -) ega bo'lgan sonlar qatnashayapti. "+" sonlar mahsulotlar ortiqlik qiymatlarini ifodalaydi, "-" sonlari esa mahsulotlar

yetmasligini ifodalaydi. A tomon uchun musbat son “+” -mahsulotni ko‘p ishlab chiqarishni – ya’ni zararni ifodalaydi. B tomon uchun musbat son bu yutuk demakdir, ya’ni qancha mahsulotlar ortib qolsa, iste’molchi xohlagan vaqtda uni sotib olib iste’mol qilishi mumkin. Shunday qilib, tomonlar qarama-qarshi manfaatlarga ega, bu qarama-qarshilikni aniqlash uchun o‘yinining tannarxini aniqlash kerak, ya’ni ishlab chiqaradigan mahsulotlardan olinadigan daromadning qiymatini topish kerak.

Bu optimal qiymatni aniqlash uchun tomonlarining strategiyalarini tahlil qilamiz. Masalan, A tomon uchun optimal strategiya  $A_1$  strategiya bo‘la oladi. B tomon uchun esa  $B_3$  strategiyang qabul qiladi, chunki agar A tomon  $A_1$  strategiyani qabul qilsa, bu holda u yutqazadi, yutqazish qiymati  $-6$  ga teng bo‘ladi. Endi agar B tomon  $B_2$  strategiyani qabul qilsa, yutqazish qiymati  $-3$  ga teng bo‘ladi ( $-3$ ), lekin agar B tomon  $B_1$ -ni qabul qilsa, u holda B- tomon yutadi, yutuqning qiymati ( $+3$ ) ga teng bo‘ladi.

Shunday qilib, tomonlarning optimal strategiyalari  $B_1$  bilan  $B_1$ , bu  $B_1$  tomon uchun yutish qiymati bo‘lib,  $B_1$  tomon uchun yutqazish bo‘ladi.

Korxonaning ishlab chiqariladigan mahsuloti 3-ga teng, ya’ni reja (taklif) 3-tonna mahsulotga teng bo‘ladi.

### 35.3. O‘yin bahosini aniqlash.

1- usul. a) min max va max min usullarini ko‘rib chiqamiz.

Tomonlarning optimal strategiyalarini aniqlash uchun max min va min max usulini qo‘llaymiz. Buning uchun quyidagi o‘yinlar jadvalini tuzamiz:

2-jadval.

| A tomonning strategiyalari, taklifi | B tomon strategiyalari, talab |       |       |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|
|                                     | $B_1$                         | $B_2$ | $B_3$ |
| $A_1$                               | 8                             | 12    | -16   |
| $A_2$                               | 4                             | - 4   | -8    |

2-jadvalda berilgan o‘yin bahosini aniqlash uchun yuqoridagi usulni ko‘ramiz. B tomon uchun  $B_3$  kerakli strategiya emas, chunki A tomon  $A_1$  strategiyani qabul qilishi uchun,  $B_3$  strategiyani nazarga olmaydi. Shuning uchun A tomon  $A_1$  strategiyani qabul qiladi. B tomon esa  $B_1$  strategiyani qabul qiladi, bu holda o‘yinining narxi 4-ga teng bo‘ladi. Bu esa A tomon uchun yutqazish bo‘lib, B tomon uchun yutishdir.

b) endi min max va max min usullarini qo'llaymiz. A tomon uchun eng katta yutqazishni aniqlaymiz.  $\max(8, 12, -16) = 12$ ,  $A_1$  strategiya uchun yutqazish,  $A_2$  strategiya ko'rganda max yutqazish 4-ga teng.

Endi max yutqazishlar orasida eng kichik qiymatini topamiz. Ya'ni min  $(12; 4) = 4$ , min max = 4 B tomon uchun eng kichik (min) yutuqlarini, ya'ni strategiyalar  $B_1, B_2, B_3$  uchun max topamiz.  $B_1, B_2, B_3$  startegiyalar uchun max min  $(4, -4, -16) = 4$ , bo'ladi. Ya'ni min max = max min = 4, taklif 4 tonna mahsulotga teng.

Shunday qilib, min max va max min usulida ham o'yinning tannarxini aniqlash mumkin ekan. O'yin narxi 4-ga teng. Bu A tomon uchun yutqazish bo'lib, B tomon uchun yutuq bo'ladi.

#### 35.4. Egar nuqtani aniqlash.

B) 3-usul yordimida, ya'ni  $C_{ij}$  matritsaning elementlari orqali tuzganda, ya'ni indekslar ustun va yo'llar bilan ifodalanadi.

O'yin nazariyasida konflikt holatlar (situatsiyalar) yechimlari min max va max min qiymatlariga teng bo'lsa, bu qiymatda o'yin egar nuqtaga ega bo'lgan o'yin matritsasi hisoblanadi.

Ta'rif. Qarama-qarshi tomonlarni optimal strategiyalarning kesimida yetgan nuqtaga- elementga, egar nuqta deyiladi. Bu egar nuqta o'yin jadvalining egar nuqtasi hisoblanadi. Egar nuqtani o'yin jadvalida noma'lum mahsulot hajmiga teng deb olish mumkin. Egar nuqtalar, o'yin jadvalida 1 ta, 2 ta, ko'p yoki umuman egar nuqtaga ega bo'lmagan o'yinlar jadvali bo'lishi mumkin.

I- hol, bitta egar nuqtaga ega bo'lgan hol

| A tomon;<br>korxona-<br>lar taklif | B tomon (iste'molchi) talab |       |       |       | Max<br>qatorlarda |
|------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------------------|
|                                    | $B_1$                       | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |                   |
| $A_1$                              | 42                          | 21    | 7     | -35   | 42                |
| $A_2$                              | 14                          | -28   | 7     | -14   | 14*               |
| $A_3$                              | 21                          | 35    | 14    | 28    | 35                |
| Min<br>ustunlarda                  | 14*                         | -28   | 7     | -35   |                   |

B tomon 4 ta strategiya, A tomon 3 ta strategiyadan iborat, egar nuqtani aniqlash uchun max min va min max qonuniyatidan foydalanamiz. Buning uchun, avval A tomon uchun, eng katta qiymatlarini aniqlaymiz.



Qatorlar uchun eng katta qiymatlarini aniqlaymiz. Masalan:  $A_1$  qator uchun  $\max(42, 21, 7, -35) \rightarrow 42$ .

Ustunlar bo'yicha min qiymatlarini aniqlaymiz, keyin ular orasidan eng katta sonni tanlaymiz:

$\max(14, -28, 7, -14) = 14^*$  ( $14 - 28$   $7 - 14 = 14^*$ ), quyidagi yo'llarning max qiymatlarini orasida eng kichigini tanlaymiz:

$$\min \rightarrow \begin{Bmatrix} 42 \\ 14 \\ 35 \end{Bmatrix} - 14 \text{ bo'ladi.}$$

Shunday qilib  $B_1$  va  $A_2$  — strategiyalardan shunday xulosa chiqarish mumkinki, min max va max min ning qiymati biri-biriga teng-  $14^*$ . O'yin narxi 14 ga teng bo'ldi. Bu strategiyalar optimal strategiyalar bo'ladi. Korxona  $A_2$  rejani, iste'molchi  $B_1$  rejani qabul qilganda, ular ko'p zarar ko'rmaydi. Chunki bu reja optimal reja hisoblanadi.

II-hol. Ikkita egar nuqtaga ega bo'lgan hol:

Quyidagi rejada ham max min va min max usulini qo'llaymiz.

| A tomon  | B tomon strategiyalari |       |       |       | Max<br>yo'llarda |
|----------|------------------------|-------|-------|-------|------------------|
|          | $B_1$                  | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |                  |
| $A_1$    | 18                     | 38    | 14    | 30    | 38               |
| $A_2$    | -24                    | 16    | 8     | 16    | 16*              |
| $A_3$    | 32                     | 21    | -15   | 18    | 32               |
| Min ust. | -24                    | 16*   | -15   | 16*   |                  |

$A_2 B_2 \Rightarrow 16 - A_2$  va  $B_2$  - strategiyalar qismida 16 ga teng element joylashgan.

$A_2 B_2$  16 -  $A_2$  va  $B_4$  - strategiyalarni izlarida ham 16 ga teng element joylashgan.

Bu o'yinda 2 ta egar nuqta bor, bu matritsa uchun B tomon qaysi strategiyani qabul qilmasin  $B_2$  yoki  $B_4$  o'yin qiymati o'zgarmaydi. B tomon uchun har doim yutuq bo'ladi, o'yin narxi + 16 ga teng.

### Tayanch iboralar

Iste'molchi, ishlab chiqarish korxonasi, qarama-qarshi alomatlariga ega bo'lgan (-, +) yutuq matritsa, optimal yechim, o'yin narxi, egar nuqta.

## Xulosa

O'yin nazariyasida ishlab chiqarish korxonalar va iste'molchilar orasida qarama-qarshi maqsadlarga ega bo'lib konflikt holatlarga olib keladi. Birinchi tomon korxona harakat qiladi, mahsulotlarini tez iste'molchilar tomonidan sotib olinib, ko'p foyda ko'rishni (manfiy son yutuq), ikkinchi tomon, iste'molchi maqsadi mahsulotlar uning talabini qondirishi, har doim mahsulotlar oshib qolsin (musbat son yutuq). Tomonlar strategiyalarini tanlab o'yin narxini aniqlaydilar, bu egar nuqtani ifodalaydi.

### Takrorlash uchun savollar:

1. O'yin nazariyasi asosida taklif va talabni aniqlash mumkinmi?
2. Plan strategiyadan farq qiladimi?
3. Talab +3 ga teng bo'lsa qaysi tomon yutadi?
4. Egar nuqta nimani ifodalaydi?
5. O'yin jadvali nechta egar nuqtaga ega bo'lishi mumkin?
6. Qaysi usullar bilan o'yin narxini aniqlash mumkin?
7. Minimaks va maksmin algoritmini ifodalang.
8. A va B tomonlarni iqtisodiy tahlil qiling.
9. Manfiy son A tomon uchun nimani ifodalaydi?
10. Egar nuqtaning ta'rifini ifodalay olasizmi?

## § 36. TAKLIF VA TALAB IQTISODIY MASALASI YECHIMINING NAZARIY ASOSLANISHI.

36.1. Egar nuqtaga ega bo'lmagan hol.

36.2. Nazariy qism.

36.3. O'yinning optimal narxini aniqlash.

36.1. Egar nuqtaga ega bo'lmagan hol.

A). Egar nuqtaga ega bo'lmagan hol.

O'yin nazariyasida ikkita qarama-qarshi A va B tomonlar strategiyalari quyidagi jadvalda belgilangan bo'lsin:

1-jadval

| A tomon<br>(taklif) | B tomon (talab) |       |       |       |
|---------------------|-----------------|-------|-------|-------|
|                     | $B_1$           | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |
| $A_1$               | 2               | -3    | -5    | -9    |
| $A_2$               | -8              | -4    | 10    | -6    |
| $A_3$               | 4               | 7     | 2     | -8    |

O'yin jadvalidan ma'lumki, A tomon uchta, B tomon esa to'rtta strategiyalarga ega, ular manfiy va musbat sonlardan tuzilgan.

Ma'lumki, o'yin davomida qarama-qarshi tomonlar o'ziga foydali strategiyalarni tanlaydi. Birinchi bo'lib tanlash B tomonda bo'lsin, bu holda B tomon hech qachon unga zararli bo'lgan  $B_4$  strategiyani tanlamaydi. Shuning uchun birinchi jadvaldan quyidagi ikkinchi jadval hosil qilinadi:

2-jadval.

| A tomon<br>(taklif) | B tomon (talab) |       |       |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
|                     | $B_1$           | $B_2$ | $B_3$ |
| $A_1$               | 2               | -3    | -5    |
| $A_2$               | -8              | -4    | 10    |
| $A_3$               | 4               | 7     | 2     |

Endi ikkinchi jadvalni nazarga olgan holda tanlash A tomonga bo'lsin, bu holda A tomon mantiqiy o'ylov asosida  $A_3$  strategiyani qabul qilmaydi. Shuning uchun quyidagi 3-jadvalni hosil qilamiz.



| A tomon<br>(taklif) | B tomon (talab) |       |       |
|---------------------|-----------------|-------|-------|
|                     | $B_1$           | $B_2$ | $B_3$ |
| $A_1$               | 2               | -3    | -5    |
| $A_2$               | -8              | -4    | 10    |

Endi tanlash B tomonda bo'lsin. Mantiqiy o'ylov asosida B tomon  $b_2$  strategiyani qabul qilmaydi, shuning uchun quyidagi 4-jadvalni hosil qilamiz:

4-jadval.

| A tomon<br>(taklif) | B tomon (talab) |       |
|---------------------|-----------------|-------|
|                     | $B_1$           | $B_3$ |
| $A_1$               | 2               | -5    |
| $A_2$               | -8              | 10    |

Bu jadvalda egar nuqta yo'q, o'yin narxini aniqlab bo'lmaydi. Bu jadval uchun aralash strategiyani qo'llashga to'g'ri keladi, ya'ni biron boshqa usulni qo'llash kerak.

Buning uchun, avval faraz qilaylikki A tomon umumiy vaqtning yarmida  $A_1$  strategiyani va qolgan vaqtning yarmida  $A_2$  strategiya tanlasin. B tomon esa  $B_1$  strategiyani tanlasin, u holda o'yin narxi quyidagicha hisoblanadi:

$$A) S = \frac{1}{2} * 2 + \frac{1}{2} (-8) = 1 + (-4) = (-3)$$

bu strategiyalarni qabul qilishda o'yining narxi (-3) ga teng bo'ldi, bu son ko'rsatadiki bunday strategiyalar tanlaganda A tomon yutar ekan. B tomon esa yutqazadi (-3).

B) Faraz qilaylik, A tomon vaqtning birinchi yarmida  $A_1$ , ikkinchi yarmida  $A_2$  strategiyani, B tomon  $B_3$  strategiyani qabul qilsa, bu holda o'yinning narxi quyidagi qiymatga teng bo'ladi.

O'yinning narxi 2.5 qiymatga ega bo'ladi, bu B tomon uchun yutish bo'ladi, ya'ni:

$$A) S = \frac{1}{2}(-5) + \frac{1}{2}10 = -2,5 + 5 = 2,5$$

S) Endi B tomon vaqtning I yarmida  $B_1$  strategiyani, vaqtning qolgan yarmida  $B_3$  strategiyani qabul qilsin, u holda o'yinning narxi quyidagiga teng bo'ladi:

$$S_1 = -(-3) + \frac{1}{2} * 2,5 = -0,25$$

ya'ni o'yin narxi  $S = -0,25$ . Bunda A tomon yutib, B tomon yutqazadi.

### 36.2. Nazariy qism.

O'yinlarning optimal yechimini aniqlash uchun matematik usullardan foydalanish mumkin. Bu usulni qo'llashda hisoblanadigan o'yinning narxi, ya'ni mahsulotning ikkala tomoni uchun ham optimal qiymati aniqlanadi. Bu formulani keltirib chiqarish uchun aralash strategiyalarni tanlash usulini qo'llaymiz, ya'ni faraz qilaylik tanlash A tomonga bo'lsa, bu holda A tomon o'zini vaqtining  $X$  qismiga  $A_1$  strategiyani qabul qilgan holda, qolgan  $(1-x)$  vaqtning qismiga  $A_2$  strategiyani qabul qilsin. U holda B tomon esa,  $B_1$  strategiyani qabul qilsa, bu holda o'yinning narxi quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$S = x * 2 + (1-x) * (-8) = 2x - 8 + 8x = 10x - 8 \quad (1)$$

| A tomon<br>(taklif) | B tomon<br>(talab) |       |
|---------------------|--------------------|-------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ |
| $a_1$               | 2                  | -5    |
| $a_2$               | -8                 | 10    |

Agar B tomon yuqoriga ko'rilgan holda, ya'ni A tomon shu strategiyalarni qabul qilishganda, B tomon  $B_2$  strategiyani qabul qilsa, o'yin narxi quyidagicha hisoblanadi.

$$S_2 = (-5)x + 10(1-x) = 10 - 15x$$

### 36.3. O'yinning optimal narxini aniqlash.

O'yin nazariyasining optimal yechimini tahlil qilish uchun vaqtga ko'ra tanlangan strategiyalarni nazarga olgan holda o'yin narxini bir birlariga tenglashtirish kerak. ya'ni:

$$S_1 = S_2$$

$$-10x - 8 = -15x + 10 \text{ bo'ladi, soddalashtirib}$$

$$25x = 18 \text{ yoki } x = 18/25, \quad x = 0.72$$

bo'lgani uchun A tomon vaqtning 72% ini  $A_1$  strategiyani, qolgan  $(1-x) = 0,28$ , ya'ni vaqtning 28%  $A_2$  strategiya, ya'ni optimal rejani qabul qilar ekan. O'yin narxini aniqlaymiz:

$S_1 = 10x - 8$  yoki  $S = 2x + (-8) \cdot (1 - x) = 2 \cdot 0.72 + (-8) \cdot 0.28 = -0.8$  - A tomon yutadi.  
( $S_1 = -0.8$ ), ikkinchi holda o'yin narxini aniqlaymiz.

$$S_2 = x \cdot (-5) + (1 - x) \cdot 10 = -5x + 10 - 10x = -15 \cdot 0.72 + 10 = -10.8 + 10 = -0.8$$

bu holda ham A tomon yutadi.

Tenglik, ya'ni  $S_1 = S_2$  ikkala holda ham o'yinning narxi bir xil chiqishini ko'rsatdi, o'yinning narxi optimal qiymat hisoblanadi. Bu o'yinning optimal narxi qaysi tomonga qaysi rejani qabul qilmasa ham, o'yin narxi o'zgarmaydi. Yechim yagona. Bu optimal yechim A tomon uchun yutish, B tomon uchun esa, yutqazish bo'ladi.

### Tayanch iboralar

Strategiyalarni tanlash usuli, mantiqiy o'ylov, egar nuqtaga ega bo'lmagan hoi, vaqtning yarmi, o'yin narxi, matematik usul, optimal narx, tenglama.

### Xulosa

Strategiyalarni tanlash asosida optimal strategiyalarni aniqlab bo'lmasa aralash strategiyalardan foydalanib, o'yin narxini aniqlash mumkin. Lekin agar o'yin narxini aniqlab bo'lmasa, matematik usulni qo'llab, ya'ni nazariy qismda tenglama tuzib o'yinning optimal narxi aniqlanadi. Boshqa biron usul bu yechimdan kam bo'ladi.

### Takrorlash uchun savollar

1. O'yin narxini aniqlash tomonlarning strategiyasini tanlash tartibiga bog'liqmi?
2. O'yin jadvalida qanday ko'rinishda aralash strategiya qo'llanadi?
3. Egar nuqtaga ega bo'lmagan reja tuza olasizmi? Yana qanday usulda hisoblash mumkin?
4. Qanday yechim optimal yechim hisoblanadi?
5. Bir necha optimal yechim bo'lishi mumkinmi?
6. A tomon uchun yutqazishning iqtisodiy ma'nosini ifodalang.
7. B tomon uchun yutqazishning iqtisodiy ma'nosini ifodalang.
8. Aralash strategiyada noma'lum X nimani ifodalaydi?
9. Strategiyalarning tanlash usulida optimallikka erishish mumkinmi?



## X - BOB. Amaliy va tajriba mashg'ulotlari

### 1. Amaliy mashg'ulotlar (1-10).

### 2. Tajriba mashg'ulotlari (1-6).

#### 1. Amaliy mashg'ulotlar.

##### 1-amaliy mashg'ulot.

##### Teskari matritsani aniqlash.

Maqsad: Ma'lumki, firma korxonasining mahsulot ishlab chiqarish masalasida cheklanishlarni tenglamalar sistemasi orqali ifodalash mumkin:

$$AX = B$$

Bunday ko'rinishdagi sistemani yechishda teskari  $A^{-1}$  matritsani aniqlash kerak bo'ladi.

Masala. Berilgan  $A$  matritsaga teskari matritsani aniqlaymiz.

$$A = \begin{bmatrix} 8 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \\ 3 & 4 & 5 \end{bmatrix}$$

Buning uchun avval matritsaning aniqlovchisini (determinantini) aniqlaymiz.

$$1. \Delta = 8 \cdot 2 \cdot 5 + 3 \cdot 3 \cdot 2 + 2 \cdot 1 \cdot 4 - 2 \cdot 2 \cdot 3 - 8 \cdot 3 \cdot 4 - 3 \cdot 1 \cdot 5 = 80 + 27 + 8 - 12 - 96 - 15 = -8$$

$\Delta = -8$  Determinantning qiymati nolga teng emas, demak teskari matritsani hisoblash mumkin.

2. Berilgan matritsaning algebraik to'ldiruvchilarini aniqlaymiz.

$$A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ji}$$

$$A_{11} = (-1)^{1+1} \cdot \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{vmatrix} = 10 - 12 = -2 \quad A_{13} = (-1)^{1+3} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{vmatrix} = (4 - 6) = -2$$

$$A_{12} = (-1)^{1+2} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 3 & 5 \end{vmatrix} = -(5 - 9) = 4 \quad A_{21} = (-1)^{1+2} \cdot \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 4 & 5 \end{vmatrix} = (-1) \cdot (15 - 8) = -7$$

$$A_{22} = \begin{vmatrix} 8 & 2 \\ 3 & 5 \end{vmatrix} = 40 - 6 = 34$$

$$A_{31} = \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 2 & 3 \end{vmatrix} = (9 - 4) = 5$$

$$A_{23} = (-1) \cdot \begin{vmatrix} 8 & 3 \\ 3 & 4 \end{vmatrix} = (-1) \cdot (32 - 9) = -23 \quad A_{32} = (-1) \cdot \begin{vmatrix} 8 & 2 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} = (-1) \cdot (24 - 2) = -22$$

$$A_{33} = \begin{vmatrix} 8 & 3 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = (16 - 3) = -13$$

Algebraik to'ldiruvchilardan tuzilgan matritsa quyidagicha yoziladi.

$$A_1 = \begin{vmatrix} -2 & 4 & -2 \\ 7 & 34 & -23 \\ 5 & -22 & 13 \end{vmatrix}$$

Transponirlashgan matritsani aniqlaymiz.

$$A^T = \begin{vmatrix} -2 & -7 & -5 \\ 4 & 34 & -22 \\ -2 & -23 & 13 \end{vmatrix}$$

Teskari matritsa esa quyidagicha aniqlanadi.

$$A^{-1} = \frac{1}{\Delta} A^T = \begin{vmatrix} -2 & -7 & -5 \\ 4 & 34 & -22 \\ -2 & -23 & 13 \end{vmatrix}$$

bundan

$$A^{-1} = \begin{vmatrix} 4 & 7/8 & -5 \\ -1/2 & -17/4 & 11/4 \\ -2 & 23/8 & -13/8 \end{vmatrix}$$

ya'ni teskari matritsa aniq ko'rinishni qabul qildi

Topshiriq. Berilgan A matritsaning ustunlar bo'yicha, variantlar bo'yicha, 1,2,3 sonlarni qo'shib teskari matritsalar hisoblansin.

## 2-amaliy mashg'ulot.

### Gauss usuli bilan teskari matritsani hisoblash.

Ishning maqsadi. Talabalarda kvadrat matritsaga teskari matritsani topish ko'nikmasini hosil qilish.

Masalaning qo'yilishi. 1) talabalarda teskari matritsani hisoblash haqida qisqacha nazariy ko'nikma hosil qilish;

2) berilgan matritsaga teskari matritsani topish;

3) Gauss usuli yordamida berilgan matritsaga teskari matritsani topish dasturini tuzish va qo'lda olingan hisob natijasi bilan taqqoslang. A matritsa A matritsaga teskari matritsa deyiladi, agar  $A \cdot A^{-1}$  ko'paytma birlik matritsa bo'lsa, ya'ni

$$A \cdot A^{-1} = A^{-1} \cdot A = E, \text{ bunda } E \text{ - birlik matritsa.}$$

Berilgan matritsaga teskari matritsani Gauss usuli bilan hisoblash algoritmini quyidagi topshiriqni bajarish misolida keltiramiz:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 3 & -3 & 7 \\ 2 & -3 & 5 \end{pmatrix}$$

Yechish. Buning uchun quyidagi matritsani tuzamiz:

$$\left( \begin{array}{ccc|ccc} 1 & -1 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & -3 & 7 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & -3 & 5 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

Birinchi ustunni 1 ga, so'ngra -2 ga ko'paytirib, mos ravishda ikkinchi va uchinchi ustunga qo'shamiz:

$$\left( \begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & -2 \\ 3 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & -1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

Ikkinchi ustunni 2 ga va 1 ga ko'paytirib mos ravishda birinchi va uchinchi ustunga qo'shamiz:

$$\left( \begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 3 & 1 & -1 \\ 3 & 0 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

Uchinchi ustunni -3 ga ko'paytirib, birinchi ustunga qo'shamiz va ikkinchi ustunni -1 ga ko'paytiramiz:



$$\left| \begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 6 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & -3 & 0 & 1 \end{array} \right|$$

Ikkinchi va uchinchi ustunlarni almashtiramiz:

$$\left| \begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 6 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -3 & 1 & 1 \end{array} \right|$$

Natijada A ga teskari  $A^{-1}$  matritsani hosil qilamiz:

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 6 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 \\ -3 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Topshiriqlar:

Birinchi tajriba ishida keltirilgan matritsa elementlariga shifringizni oxirgi raqamini qo'shib, variantlar bo'yicha teskari matritsani aniqlang.

### 3-amaliy mashg'ulot.

Tenglamalar sistemasini teskari matritsa yordamida yechish.

Masalaning qo'yilishi.

Mahsulot ishlab chiqarish masalasini boshlang'ich qiymatlari berilgan:

$$A = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 & 0,8 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0 & 0,2 & 0,3 \end{pmatrix} - \text{xomashyolarning sarflanadigan normalari}$$

$$B = \begin{pmatrix} 800 \\ 400 \\ 150 \end{pmatrix} - \text{xomashyo zahiralari}$$

$C = (100, 120, 130)$  - mahsulotlarning birligidan olinadigan sof foydalar.

**Maqsad.** Talabalarni yechimlarning turlari bilan tanishtirish.

**Masalani yechish.**

Masalaning iqtisodiy-matematik modelini matritsa ko'rinishida ifodalaymiz:

$$AX \leq B \quad (1)$$

$$X \geq 0 \quad (2)$$

$$F(x) = CX \rightarrow \max \quad (3)$$

Birinchi cheklanishlar sistemasini tenglamalar sistemasi bilan almashtiramiz.

$$AX=B$$

Bu sistemadan yechim vektorini aniqlaymiz:

$$X = A^{-1}B \quad \text{yoki} \quad X = \frac{1}{\Delta_A} A^T B \quad \text{bunda } \Delta_A \neq 0$$

ya'ni determinant nolga teng bo'lmashligi kerak.

Determinantni Sarius usulida hisoblaymiz

$$\Delta A = \begin{vmatrix} 0,8 & 0,8 & 0,8 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0 & 0,2 & 0,3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,4 & 0,4 \\ 0 & 0,2 \end{vmatrix} = 0,8 \cdot 0,4 \cdot 0,3 + 0,8 \cdot 0,2 \cdot 0 + 0,8 \cdot 0,4 \cdot 0,2 - 0,8$$

$$0,4 \cdot 0 - 8 \cdot 0,2 \cdot 0,2 - 0,8 \cdot 0,4 \cdot 0,3 = 0,096 + 0,064 - 0,032 - 0,096 = 0,064$$

Determinantning qiymati  $\Delta = 0,064$ , ( $\Delta \neq 0$ ) nolga teng emas, teskari  $A^{-1}$  matritsani hisoblash mumkin. Matritsani algebraik to'ldiruvchilarini aniqlaymiz.

$$a_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij}$$

$$a_{11} = \begin{vmatrix} 0,4 & 0,2 \\ 0,2 & 0,3 \end{vmatrix} = 0,4 \cdot 0,3 - 0,2 \cdot 0,2 = 0,12 - 0,04 = 0,08$$

$$a_{12} = - \begin{vmatrix} 0,4 & 0,2 \\ 0 & 0,3 \end{vmatrix} = -(0,12 - 0) = -0,12$$

$$a_{13} = \begin{vmatrix} 0,4 & 0,4 \\ 0 & 0,2 \end{vmatrix} = (0,08 - 0) = 0,08$$

$$a_{21} = - \begin{vmatrix} 0,3 & 0,8 \\ 0,2 & 0,3 \end{vmatrix} = -(0,24 - 0,16) = -0,08$$

$$a_{22} = \begin{vmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0 & 0,3 \end{vmatrix} = (0,24 - 0) = 0,24$$

$$a_{23} = - \begin{vmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0 & 0,2 \end{vmatrix} = -(0,16 - 0) = -0,16$$

$$a_{31} = 0$$

$$a_{32} = - \begin{vmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,4 & 0,4 \end{vmatrix} = -(0,16 - 0,32) = 0,16$$

$$a_{33} = \begin{vmatrix} 0,8 & 0,8 \\ 0,4 & 0,4 \end{vmatrix} = (0,32 - 0,32) = 0$$

Algebraik to'ldiruvchilardan  $A_1$  matritsa tuzamiz:

$$A_1 = \begin{pmatrix} 0,08 & -0,12 & 0,08 \\ -0,08 & 0,24 & -0,16 \\ 0 & 0,16 & 0 \end{pmatrix}$$

$A_1$  matritsaga transponirlashgan  $A^T$  matritsa tuzamiz:

$$A^T = \begin{pmatrix} 0,08 & -0,08 & 0 \\ 0,12 & 0,24 & 0,16 \\ 0,08 & -0,16 & 0 \end{pmatrix}$$

ma'lumki (4).

$$X = \frac{1}{\Delta_{A_1}} \cdot A^T \cdot B$$

Aniqlangan qiymatlarni o'rniga qo'yib, yechim vektorini hisoblaymiz, avval vektorni matritsaga ko'paytmasi qoidasidan foydalanamiz.



$$X = \frac{1}{0,064} \begin{pmatrix} -0,08 & -0,08 & 0 \\ -0,12 & 0,24 & 0,16 \\ 0,08 & -0,16 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 800 \\ 600 \\ 150 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,08 + (-0,08) \cdot 400 + 0 \\ -0,12 \cdot 800 + 0,24 \cdot 400 + 0,16 \cdot 150 \\ 0,08 \cdot 800 - 0,16 \cdot 400 + 0 \end{pmatrix} \frac{1}{0,064} =$$

$$= \begin{pmatrix} 64 - 32 \\ -86 + 96 + 24 \\ 64 - 64 \end{pmatrix} \frac{1}{0,064} = \begin{pmatrix} 32 \\ -24 \\ 0 \end{pmatrix} \frac{1}{0,064} \quad \text{Echim vektori quydagi qiymatga ega bo'ladi:}$$

$$X = \begin{pmatrix} 32/0,064 \\ 24/0,064 \\ 0/0,064 \end{pmatrix}, \text{ yani echim } X \approx \begin{pmatrix} 500 \\ 372 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ vektorga teng.}$$

Xulosa. Hosil qilgan yechimni optimal yechim bilan, keyingi tajriba ishlarida solishtirish mumkin.

**Topshiriq.** B va S vektorlarga shifringizni oxirgi raqamini qo'shib yechim vektori X ni aniqlang. Boshlang'ich qiymatlar 1-tajriba ishiga keltirilgan.

#### 4-amaliy mashg'ulot.

**Firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini iqtisodiy - matematik modelini tuzish.**

**Maqsad.** Talabalarni iqtisodiy-matematik modellarni tuzishga o'rgatish, natijani tahlil qilish.

**Masala:** Qandolat sexi 2 xil ( $j=1,2$ ) mahsulot ishlab chiqaradi. Bu mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun 3 xil xomashyo ( $I=1,2,3$ ) ishlatadi. Sex omborida 1 - xil xomashyo (shakar) 120 miqdorda, 2 - xil xomashyo (meva sharbati) 130 miqdorda, 3 - xil xomashyo (un) 75 miqdorda bor. Bir birlik  $j$ -turdagi mahsulotni ishlab chiqarish uchun  $I$  turdagi xomashyodan qancha sarflanishi jadvalda keltirilgan:

Sex bir birlik 1-turdagi mahsulotni sotishdan 5 pul birligida, 2- turdagi mahsulotning 1-birligini sotishdan 6 pul birligida foyda ko'radi.

| Xomashyo turlari    | Mahsulot turlari, normalar |   | Xomashyo zaxiralari t. |
|---------------------|----------------------------|---|------------------------|
|                     | 1                          | 2 |                        |
| I (shakar)          | 6                          | 4 | 120                    |
| II (meva sharbati)  | 2                          | 5 | 130                    |
| III (un)            | 1                          | 3 | 75                     |
| Soffoyda, ming so'm | 5                          | 6 |                        |

Qandolat sexi ishini shunday tashkil qilingki — qaysi mahsulotdan qancha ishlab chiqargamda sex eng ko'p foyda olsun.

Iqtisodiy-matematik modelning matritsa ko'rinishi quyidagicha berilgan bo'lsa:

$$Ax \leq B \quad (1)$$

$$X > 0 \quad (2)$$

$$F(X) = C_x \rightarrow \max \quad (3)$$

Topshiriq: Boshlang'ich qiymatlar B va S ga shifringizni oxirgi (N) raqamini qo'shib,  $B_1 = B + N$ ,  $C_1 = C - N$  quyidagilarni bajaring:

1. Iqtisodiy-matematik model tuzilsin.
2. Simpleks tenglamalar sistemasini tuzing.
3. Simpleks jadval tuzing.
4. Boshlang'ich rejasi aniqlansin,  $F_0(x)$  ni aniqlang.
5. Boshlang'ich yechim aniqlansin.

### 5-amaliy mashg'ulot.

**Firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini simpleks usulida optimallashtirish.**

**Maqsad.** Amalda talabalarni simpleks usulida optimallashtirish masalalarini yechishga o'rgatish.

#### 1. topshiriq.

Boshlang'ich qiymatlarga ko'ra firma korxonaning mahsulot ishlab chiqarish optimal rejasi aniqlansin. Shunga ko'ra, iqtisodiy-matematik model, simpleks jadval tuzilsin. Maqsad funksiyaning optimal qiymati belgilansin va boshqarish vektor ajratib ko'rsatilsin.

Uchinchi topshiriqni qandolat ishlab chiqarish fabrikasining zaxiralari va har bir mahsulotdan olinadigan daromadga o'quvchi shifrlining oxirgi ikkita raqami qo'shilgan holda yechiladi.

Quyidagi boshlang'ich qiymatlar berilgan bo'lsa :

B - (420, 200, 120) - xomashyolar zaxiralari

S - (110, 150, 120) - mahsulotning har bir tonnasidan olinadigan daromad.

$$A = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,6 & 0,6 \\ 0,3 & 0,3 & 0,2 \\ 0 & 0,1 & 0,4 \end{pmatrix} - \text{Mahsulotlarni ishlab chiqarishda xomashyolarning}$$

sarflanadigan normalari (hissalari).

Agar o'quvchining shifri 15 raqam bilan tamom bo'lsa, topshiriqni yechganda quyidagi ko'rinishda boshlang'ich qiymatlarni qabul qiladi.

B-(435,215,135)-xomashyolar zaxiralari;

C-(125,135,135) -mahsulotlarning har bir tonnasidan olinadigan daromad

Izoh: A-matritsaning qiymatlari o'zgarmaydi.

**Masalani yechish uchun metodik ko'rsatma.**

Topshiriqning optimal yechimini aniqlash.

Berilgan ishlab chiqarish korxonasining boshlang'ich qiymatlariga ko'ra cheklanishlar sistemasini tuzamiz.

1. Birinchi cheklanish, sarflanadigan xomashyolar mahsulot ishlab chiqarishi uchun, xomashyolarning zaxiralaridan oshmasligi kerak, ya'ni quyidagi tengsizliklar sistemasini hosil qilamiz:

$$\begin{cases} 0,8x_1 + 0,8x_2 + 0,8x_3 < 800 \\ 0,4x_1 + 0,4x_2 + 0,2x_3 < 400 \\ 0,2x_2 + 0,3x_3 < 150 \end{cases} \quad (1)$$

2. Ikkinchi cheklanish o'zgaruvchilarning musbatlik sharti o'rinli:

$$X_j > 0 \text{ bunda } j=1,3 \quad (2)$$

3. Maqsad funksiya, bu mahsulot turlaridan olinadigan umumiy daromadni ifodalaydi.

$$F(x) = 100x_1 + 120x_2 + 130x_3 = \max \quad (3)$$

Birinchi, ikkinchi cheklanishlar va maqsad funksiya uch birgalikda korxonalarning ishlab chiqarish iqtisodiy - matematik modelini hosil qiladi.

Fiktiv ( $x_4, x_5, x_6$ ) mahsulotlar kiritib simpleks tenglamalar sistemasini hosil qilamiz.

$$\begin{cases} 800 = 0,8x_1 + 0,8x_2 + 0,8x_3 + x_4 \\ 400 = 0,4x_1 + 0,4x_2 + 0,2x_3 + x_5 \\ 150 = 0,2x_2 + 0,3x_3 + x_6 \end{cases} \quad (4)$$

$$X_j > 0, J=1,6 \quad (5)$$

$$F(x) = 100x_1 + 120x_2 + 130x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 = \max \quad (6)$$

Simpleks tenglamalar sistemasi asosida simpleks jadval tuzamiz.

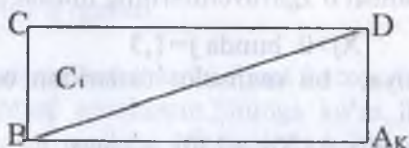


| $C_j$      | $P_k$ | $X_0$   | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_0/X_3$      |
|------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
|            |       |         | 100   | 120   | 130   | 0     | 0     | 0     |                |
| 0          | $X_4$ | 800     | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 0     | 0     | $800/0,8=1000$ |
| 0          | $X_5$ | 400     | 0,4   | 0,4   | 0,2   | 0     | 1     | 0     | $400/0,2=2000$ |
| 0          | $X_6$ | 150     | 0     | 0,2   | 0,3   | 0     | 0     | 1     | $150/0,3=500$  |
| 24 - $C_1$ |       | $F_0=0$ | -100  | -120  | -130  | 0     | 0     | 0     |                |

Maqsad funksiya qatorida eng kichik qiymatiga ko'ra kalit  $x_3$  ustun elementlarini aniqlaymiz. Bu  $x_3$  mahsulotidan korxona eng katta daromad oladi.

Keyingi bosqichga kelib ustun elementlariga bo'lib, eng kichik qiymatini belgilaymiz. Bu qiymatlar jadvalning o'ng ustunida joylashgan. Ya'ni min (1000, 2000, 500)  $\Rightarrow 500$  bu qiymat  $x_6$  qatorda joylashgan, shuning uchun qator  $x_6$  kalit yo'l elementlari bo'ladi. Uni chiziqli bilan belgilaymiz. Kalit yo'l elementlari va kalit ustun elementlari kesisishida joylashgan element ( $x_6$  kalit yo'l,  $x_3$  kalit ustun) kalit element hisoblanadi, kalit element 0,3 ga teng.

Keyingi 2,3 simpleks jadvallar to'g'ri to'rtburchak qoidasiga binoan hisoblanadi, ya'ni agar to'rtburchakning cho'qqilari quyidagi belgilar bilan belgilansa:



A-bunda simpleks jadvalining kalit elementi

S-izlanayotgan yangi element

$S_1$ -xohlangan izlanishi kerak bo'lgan elementning(s) eski qiymati.

Unda, hisoblashlarga quyidagi formula qo'llaniladi:

$$C_1 = C - \frac{D}{A_k} \quad (1)$$

bunda, B, D -aniq qiymatlarga teng bo'lib kalit elementlarning ustun va yo'lida joylashgan kataklarda elementlar. To'g'ri to'rtburchakda esa aniq burchakdagi diagonal elementlar, ya'ni yangi simpleks jadvalning elementlari shu nuqta yordamida hisoblanadi, simpleks jadvalining qolgan kalit yo'l elementlari esa, eski elementlarni  $A_k$  elementga bo'lish natijasida hosil bo'ladi.

Kalit ustun elementlarining o'rniga esa, yangi simpleks jadvalida nollar yoziladi faqat kalit elementni o'rnida bir joylashtiriladi. Kalit yo'l, kalit ustun

elementlarini aniqlash bu iqtisodiy ma'noga ega, ya'ni fiktiv  $x_6$  mahsulotni haqiqiy  $x_1$ -daromad keltiradigan mahsulot bilan almashtirishni ifodalaydi.

Shu tartibda yangi simpleks jadvallar tuziladi va hosil bo'lgan reja optimal reja hisoblanadi, maqsad funksiya qatorida manfiy sonlar qolmaguncha yangi simpleks jadvalning qiymatlari pastdagi jadvalda joylashgan.

2-jadval.

| $C_j$     | $P_k$ | $X_0$       | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ |
|-----------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           |       |             | 100   | 120   | 130   | 0     | 0     | 0     |
| 0         | $X_4$ | 400         | 0,8   | 0,3   | 0     | 1     | 0     | -2,6  |
| 0         | $X_5$ | 300         | 0,4   | 0,39  | 0     | 0     | 1     | 0,66  |
| 130       | $X_3$ | 500         | 0     | 0,7   | 1     | 0     | 0     | 3,33  |
| $Z_1-P_k$ |       | $F_1=65000$ | -100  | -34   | 0     | 0     | 0     | 433   |

Bu ikkinchi jadvalning qiymatlari optimal qiymat emas. Chunki maqsad funksiya qatorida manfiy sonlar bor. Maqsad funksiyaning qiymati  $F_1$ , quyidagiga teng:

$$F_1=65000 \text{ ming so'm}$$

Maqsad funksiyaning son qiymatini yana to'rtburchaklar qoidasi asosida ham hisoblash mumkin.

$$F_1(x) = 0 - \frac{(-150) \cdot 130}{0,3} = 500 \cdot 130 = 65000 \text{ ming so'm}$$

Hosil qilingan reja optimal reja bo'lmagani uchun, yana kalit ustun elementlari kalit yo'l elementlari va kalit elementni ikkinchi jadvaldan aniqlab yangi, 3-jadval elementlarini hisoblaymiz:

3-jadval.

| $C_j$     | $P_k$ | $X_0$        | $X_1$ | $X_2$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ |
|-----------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1000      | $X_1$ | 500          | 1     | 0     | 33,3  | 0     | -0,8  |
| 0         | $X_5$ | 100          | 0     | 0     | 0,5   | 1     | -1    |
| 130       | $X_3$ | 500          | 0     | 1     | 0     | 0     | 3,33  |
| $Z_1-P_k$ |       | $F_1=115000$ | 0     | 0     | 125   | 0     | 133   |

Uchinchi simpleks jadval optimal qiymatga ega, chunki maqsad funksiya qatorida manfiy sonlar qolmagan, maqsad funksiyaning optimal qiymati  $F_{\max}$  jadvalga ko'ra 115 000 ming so'mga teng.

$$F_2(x) = 115\,000 \text{ ming (so'm)}$$

**Xulosa:**

$F_{\max}$  – korxonaning mahsulotlaridan olinadigan umumiy daromadni bildiradigan. Boshqarish vektorining komponentalarini, ya'ni ishlab chiqariladigan mahsulotlarining hajmlarini aniqlaymiz:

$$X = (x_1, x_2, x_3), \text{ ya'ni } X = (500, 0, 500)$$

Vektorning qiymatidan ma'lumki  $x_2$ - turdagi mahsulot planga kirmagan, chunki bu  $x_2$ - turdagi mahsulotdan korxona daromad olmas ekan. Aniqlangan mahsulotlarni cheklanishlarga qo'ysak, ularni qanoatlantiradi.

### 6-amaliy mashg'ulot.

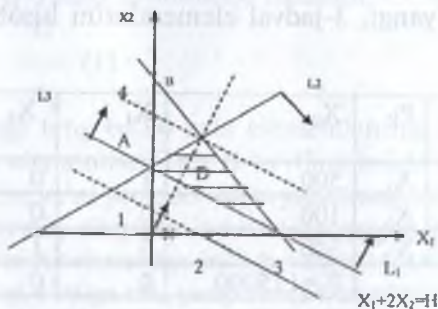
**Grafik usulda optimal yechimni aniqlash.**

Maqsad. Talabalarga optimal yechimning grafik usulini o'rgatish. Masalaning qo'yilishi. Firma korxonasining mahsulot ishlab chiqarish talablarining iqtisodiy-matematik modeli berilgan.

$$\left. \begin{aligned} L_1 &\rightarrow 2x_1 + 3x_2 \geq 6 \\ L_2 &\rightarrow 2x_1 - 3x_2 \geq 6 \\ L_3 &\rightarrow 4x_1 + 3x_2 \geq 12 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \quad (2)$$

$$F(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max \quad (3)$$



1-rasm.



Firma korxonasining ishlab chiqaradigan shunday noma'lum mahsulotlarining hajmlarini aniqlash kerakki, maqsad funksiya( $F(x)$ ) maksimum qiymatga erishsin.

Agar cheklanishlar sistemasi  $A_i x + B_i x + c_i \theta$ , bunda  $i=1,2,3$ , bo'lsa  $\theta = [=, \neq, \geq, \leq, >, <]$  belgilarni bildiradi.

To'g'ri chiziqlarning tenglamalari bilan ifodalangan bo'lsa,  $i=3$  ya'ni  $L_3$  tenglamalarning  $A_3$ ,  $B_3$  koeffitsiyent va  $C_3$  ozod hadlarga  $N$  shifringizning oxirgi raqamini qo'shib, ishlab chiqaradigan mahsulotlarning hajmlarini aniqlang. Grafik chizing,  $D$  yechimlar sohasini aniqlang.

Metodik ko'rsatma

1. Yechimlar sohasi ( $D$ ) mavjud, sistema yechimga ega ( $\Delta ABS$  - uchburchak).

2. Maqsad funksiya chizig'i:  $x_1 + 2x_2 = h$  bunda  $C_1 = 1$ ,  $C_2 = 2$  ga teng qiymatlarni qabul qiladi.

3. Normal vektor  $\bar{N} = \bar{N}(1,2)$  ko'rinishni qabul qiladi.

Izoh: Masalaning shartlari o'zgarganda  $D$  sohaning ko'rinishi ham o'zgaradi.

### 7-amaliy mashg'ulot.

**Sohalararo balansning tenglamalar sistemasi.**

#### Maqsad:

Talabalarga matematik model tuzish qobiliyatini oshirish, agar statistik xatolar bo'lganda hamda sohalararo balans chegarasida modellarni optimallashtirish. Tuzilgan modellar asosida xulosa qilishni o'rgatish.

#### Topshiriq.

Sohalar  $U=1$ ,  $V=2$ ,  $\mu=4$  uchun berilgan son qiymatlariga  $N$  shifringizni oxirgi ikkita raqamini qo'shib quyidagilarni hisoblang:

1). Har bir soha bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish ( $X$ ) hajmini pirovard standart bo'lmagan yechimning ma'nosini asoslab aniqlang.

2). Mahsulot ishlab chiqarishning Yangi rejasi tuzilsin, shunday shartda Kim tayyor mahsulot vektorning qiymatiga shifringizni qo'shib ( $c_2=85+N$ ,  $c_2=97+N$ ) mahsulot absolut va nisbiy hajmining o'sishining har bir soha bo'yicha aniqlang ( $X_j$ ).

3). Yangi rejani shunday tuzish kerakki  $m$  soha o'zining mahsulot ishlab chiqarish hajmini quyidagicha o'zgartirsa:  $X_4' = X_4 + 2 + N$ , bunda  $N$  - shifringizning oxirgi ikkita raqamiga teng.

4). To'liq harakatlar ( $B$ ) matritsasi hisoblansin:

Boshlang'ich qiymatlar:

$$A = \begin{pmatrix} 0.02 & 0.03 & 0.09 & 0.06 & 0.06 \\ 0.01 & 0.05 & 0.06 & 0.06 & 0.04 \\ 0.01 & 0.02 & 0.04 & 0.05 & 0.08 \\ 0.05 & 0.01 & 0.08 & 0.04 & 0.03 \\ 0.06 & 0.01 & 0.05 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 235 \\ 194 \\ 167 \\ 209 \\ 208 \end{pmatrix}$$

$$U = 1, \quad v = 2, \quad \mu = 4$$

0) A matritsaning mahsuldorligini tekshiramiz:

$$\sum_1 = 0.02 + 0.03 + 0.09 + 0.06 + 0.06 = 0.26 < 1$$

$$\sum_2 = 0.01 + 0.05 + 0.05 + 0.06 + 0.04 = 0.22 < 1$$

$$\sum_3 = 0.01 + 0.02 + 0.04 + 0.05 + 0.08 = 0.20 < 1$$

$$\sum_4 = 0.05 + 0.01 + 0.08 + 0.04 + 0.03 = 0.21 < 1$$

$$\sum_5 = 0.06 + 0.01 + 0.05 + 0.05 + 0.05 = 0.22 < 1$$

A matritsa mahsuldor matritsa, chunki yo'llar bo'yicha elementlar yig'indilari birdan kichik.

$$1). (J-A) \bar{x} = \bar{c}$$

J – birlik matritsa;

A – berilgan to'liq xarajatlar matritsasi;

$\bar{x}$  – mahsulot ishlab chiqarish vektori (reja), komponentlarini aniqlash kerak;

$\bar{c}$  – oxirgi talab vektori.

Gauss usulini qo'llab, shaxsiy kompyuterda hisoblashlar o'tkazamiz [53].

$$\left( J - \begin{pmatrix} 0.02 & 0.03 & 0.09 & 0.06 & 0.06 \\ 0.01 & 0.05 & 0.06 & 0.06 & 0.04 \\ 0.01 & 0.02 & 0.04 & 0.05 & 0.08 \\ 0.05 & 0.01 & 0.08 & 0.04 & 0.03 \\ 0.06 & 0.01 & 0.05 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix} \right) \cdot \bar{x} = \begin{pmatrix} 235 \\ 194 \\ 167 \\ 209 \\ 208 \end{pmatrix} \text{ bunda; } J = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix};$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0.02 & 0.03 & 0.09 & 0.06 & 0.06 \\ 0.01 & 0.05 & 0.06 & 0.06 & 0.04 \\ 0.01 & 0.02 & 0.04 & 0.05 & 0.08 \\ 0.05 & 0.01 & 0.08 & 0.04 & 0.03 \\ 0.06 & 0.01 & 0.05 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix} \cdot \bar{x} = \begin{pmatrix} 235 \\ 194 \\ 167 \\ 209 \\ 208 \end{pmatrix};$$

$$\begin{pmatrix} 0.98 & -0.03 & -0.09 & -0.06 & -0.06 \\ -0.01 & 0.95 & -0.06 & -0.06 & -0.04 \\ -0.01 & -0.02 & 0.96 & -0.05 & -0.08 \\ -0.05 & -0.01 & -0.08 & 0.96 & -0.03 \\ -0.06 & -0.01 & -0.05 & -0.05 & 0.95 \end{pmatrix} \cdot \bar{x} = \begin{pmatrix} 235 \\ 194 \\ 167 \\ 209 \\ 208 \end{pmatrix};$$

$$\begin{cases} 0.98x_1 - 0.03x_2 - 0.09x_3 - 0.06x_4 - 0.06x_5 = 235 \\ -0.01x_1 + 0.95x_2 - 0.06x_3 - 0.06x_4 - 0.04x_5 = 194 \\ -0.01x_1 - 0.02x_2 + 0.96x_3 - 0.05x_4 - 0.08x_5 = 167 \\ -0.05x_1 - 0.01x_2 - 0.08x_3 + 0.96x_4 - 0.03x_5 = 209 \\ -0.06x_1 - 0.01x_2 - 0.05x_3 - 0.05x_4 + 0.95x_5 = 208 \end{cases}$$

Simpleks-usulini qo'llab hosil qilamiz:

$$x_1 = 3.0002209182E + 02 = 300.02209182$$

$$x_2 = 2.4907229445E + 02 = 249.7229445$$

$$x_3 = 2.2040757129E + 02 = 220.40757129 \quad [x]$$

$$x_4 = 2.6260690213E + 02 = 262.0690213$$

$$x_5 = 2.6593976013E + 02 = 265.93976013$$

2). Oxirgi talab (b) vektorning birligi va ikkinchi komponentasini o'zgartiramiz,  $U=1$ ,

$$V=2; \begin{cases} +0.98x_1 - 0.03x_2 - 0.09x_3 - 0.06x_4 - 0.06x_5 = 235 + 85 \\ -0.01x_1 + 0.95x_2 - 0.06x_3 - 0.06x_4 - 0.04x_5 = 194 + 97 \\ -0.01x_1 - 0.02x_2 + 0.96x_3 - 0.05x_4 - 0.08x_5 = 167 \\ -0.05x_1 - 0.01x_2 - 0.08x_3 + 0.96x_4 - 0.03x_5 = 209 \\ -0.06x_1 - 0.01x_2 - 0.05x_3 - 0.05x_4 + 0.95x_5 = 208 \end{cases}$$



$$\text{yoki, } \begin{cases} +0.98x_1 - 0.03x_2 - 0.09x_3 - 0.06x_4 - 0.06x_5 = 320 \\ -0.01x_1 + 0.95x_2 - 0.06x_3 - 0.06x_4 - 0.04x_5 = 291 \\ -0.01x_1 - 0.02x_2 + 0.96x_3 - 0.05x_4 - 0.08x_5 = 167 \\ -0.05x_1 - 0.01x_2 - 0.08x_3 + 0.96x_4 - 0.03x_5 = 209 \\ -0.06x_1 - 0.01x_2 - 0.05x_3 - 0.05x_4 + 0.95x_5 = 208 \end{cases}$$

Sistemani yechib absolut yechimni hosil qilamiz:

$$x_1 = 3.9091917694E + 02 = 390.91917694$$

$$x_2 = 3.5294049866E + 02 = 352.94049866$$

[x']

$$x_3 = 2.2214900788E + 02 = 322.14900788$$

$$x_4 = 2.6879481650E + 02 = 268.79481650$$

$$x_5 = 2.7319139244E + 02 = 273.19131244$$

Yechim. ya'ni nisbiy vechimni aniqlaymiz:

$$\frac{x' - x}{x} \cdot 100\%;$$

$$x_1 = \frac{390.91917694 - 300.02209182}{300.02209188} \cdot 100\% = 30.2968\%;$$

$$x_2 = \frac{352.94049866 - 249.7229445}{249.7229445} \cdot 100\% = 41.3328\%;$$

$$x_3 = \frac{322.14900788 - 220.40757129}{220.40757129} \cdot 100\% = 46.1606\%;$$

$$x_4 = \frac{268.79481650 - 262.0690213}{262.0690213} \cdot 100\% = 2.5664\%;$$

$$x_5 = \frac{273.19131244 - 265.93976043}{265.93976043} \cdot 100\% = 2.7268\%;$$

3). Yangi rejani shunday tuzish kerakki,  $\mu$  soha o'zining mahsulot ishlab chiqarish hajmini 2 birlikdan katta bo'lmagan qiymatga o'zgartirib olmaydi.

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= 300.0220 \\ x_2 &= 249.7229 \\ x_3 &= 220.4076 \\ x_4 &= 262.0690 \\ x_5 &= 265.9398 \end{aligned} \right\}$$

$$v + 2 = x'_4 \quad x'_4 = 264.0690$$

berilgan boshlang'ich sistemaga  $x_4$  ' ning qiymatini qo'yib hosil qilamiz:

$$\left\{ \begin{aligned} 0.98x_1 - 0.03x_2 - 0.09x_3 - 0.06 \cdot 264.0690 - 0.06x_5 &= 320 \\ -0.01x_1 + 0.95x_2 - 0.06x_3 - 0.06 \cdot 264.0690 - 0.04x_5 &= 291 \\ -0.01x_1 - 0.02x_2 + 0.96x_3 - 0.05 \cdot 264.0690 - 0.08x_5 &= 167 \\ -0.06x_1 - 0.01x_2 - 0.05x_3 - 0.05 \cdot 264.0690 + 0.95x_5 &= 208 \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} +0.98x_1 - 0.03x_2 - 0.09x_3 - 0.06x_5 &= 320 + 15.8441 \\ -0.01x_1 + 0.95x_2 - 0.06x_3 - 0.04x_5 &= 291 + 15.8441 \\ -0.01x_1 - 0.02x_2 + 0.96x_3 - 0.08x_5 &= 167 + 13.2035 \\ -0.06x_1 - 0.01x_2 - 0.05x_3 + 0.95x_5 &= 208 + 13.2035 \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} +0.98x_1 - 0.03x_2 - 0.09x_3 - 0.06x_5 &= 335.8441 \\ -0.01x_1 + 0.95x_2 - 0.06x_3 - 0.04x_5 &= 306.8441 \\ -0.01x_1 - 0.02x_2 + 0.96x_3 - 0.08x_5 &= 180.2035 \\ -0.06x_1 - 0.01x_2 - 0.05x_3 + 0.95x_5 &= 221.2035 \end{aligned} \right.$$

Tenglamalar sistemasini Gauss usulida yechamiz:

$$x_1 = 5.0010500284E + 02 = 500.10500284$$

$$x_2 = 3.6071207410E + 03 = 3607.1207410$$

$$x_3 = 2.9494315332E + 02 = 294.94315332$$

$$x_4 = 3.1827827921E + 02 = 318.27827921$$

4) To'liq xarajatlar (b) matritsasini hisoblaymiz.

Matritsa (J-A) - -ga teskari matritsasini aniqlaymiz:

$$B = (J - A)^{-1} = \begin{pmatrix} 0.98 & -0.03 & -0.09 & -0.06 & -0.06 \\ -0.01 & 0.95 & -0.06 & -0.06 & -0.04 \\ -0.01 & -0.02 & 0.96 & -0.05 & -0.08 \\ -0.05 & -0.01 & -0.08 & 0.96 & -0.03 \\ -0.06 & -0.01 & -0.05 & -0.05 & 0.95 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 1.0306 & 0.0365 & 0.1093 & 0.0765 & 0.0782 \\ 0.0187 & 1.0562 & 0.0768 & 0.0740 & 0.0545 \\ 0.0199 & 0.0245 & 1.0551 & 0.0626 & 0.0937 \\ 0.0577 & 0.0154 & 0.0966 & 1.0536 & 0.455 \\ 0.0694 & 0.0155 & 0.0683 & 0.0644 & 1.0655 \end{pmatrix}$$

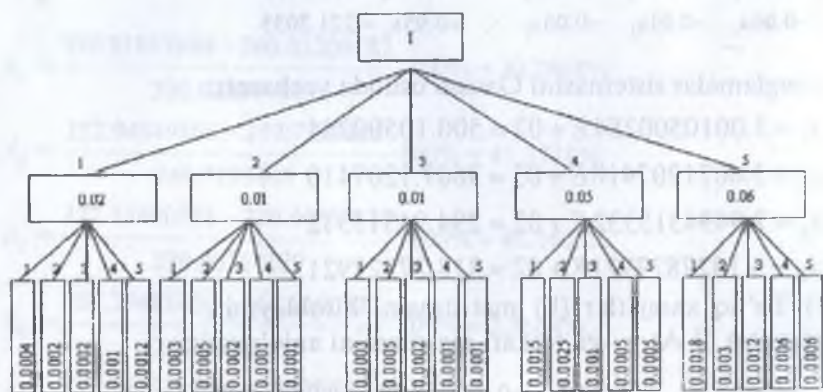
Matritsaning qo'lda hisoblangan qiymati.

$$B \approx \begin{pmatrix} 1.0243 & 0.0324 & 0.1134 & 0.0756 & 0.0756 \\ 0.0167 & 1.5012 & 0.0757 & 0.0732 & 0.0532 \\ 0.0128 & 0.0210 & 1.0575 & 0.0620 & 0.0920 \\ 0.0523 & 0.0160 & 0.0889 & 1.0556 & 0.1026 \\ 0.0625 & 0.0172 & 0.0670 & 0.0674 & 1.0632 \end{pmatrix}$$

Xulosa: matritsalarining ko'rinishlari bir xil bo'lganda ham, uning takribiy qiymati ancha qo'pol.

#1

Matritsaning daraxt qismi:



$$b_{11} 1 + 0.02 + (0.0004 + 0.0003 + 0.0003 + 0.0015 + 0.0018) 1.0243$$

$$b_{21} 0.01 + (0.0002 + 0.0005 + 0.0005 + 0.0025 + 0.0003) 0.0167$$

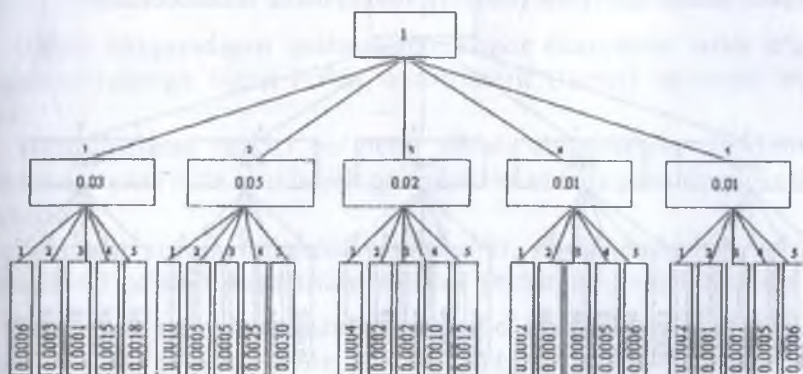
$$b_{31} 0.01 + (0.0002 + 0.0002 + 0.0002 + 0.0001 + 0.0012) 0.0128$$

$$b_{41} 0.05 + (0.0001 + 0.0001 + 0.0001 + 0.0005 + 0.0006) 0.0523$$

$$b_{51} 0.06 + (0.0012 + 0.0001 + 0.0001 + 0.0005 + 0.0006) 0.0625$$



#2



$$b_{12} 0.03 + (0.0006 + 0.0010 + 0.0004 + 0.0002 + 0.0002) 0.0324$$

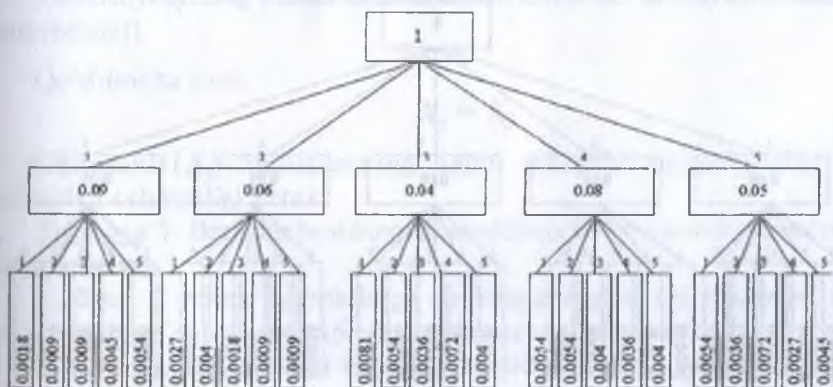
$$b_{22} 1 + 0.05 + (0.0003 + 0.0005 + 0.0002 + 0.0001 + 0.0001) 1.5012$$

$$b_{32} 0.02 + (0.0001 + 0.0005 + 0.0002 + 0.0001 + 0.0001) 0.021$$

$$b_{42} 0.01 + (0.0015 + 0.0025 + 0.0010 + 0.0005 + 0.0005) 0.016$$

$$b_{52} 0.01 + (0.0018 + 0.0030 + 0.0012 + 0.0006 + 0.0006) 0.0172$$

#3



$$b_{13} 0.09 + (0.0018 + 0.0027 + 0.0081 + 0.0054 + 0.0054) 0.1134$$

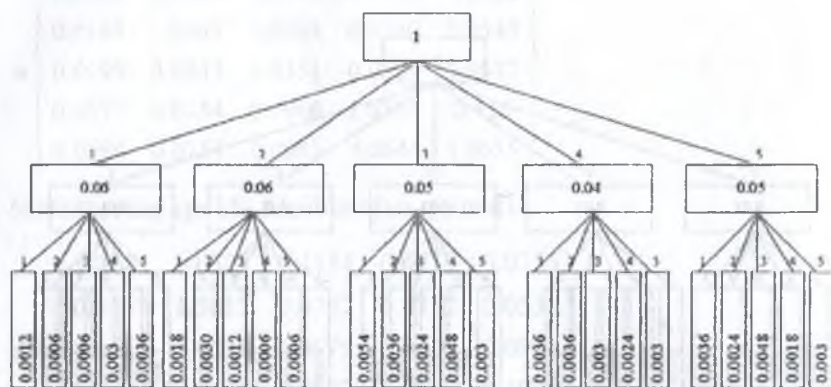
$$b_{23} 0.06 + (0.0009 + 0.0004 + 0.0054 + 0.0054 + 0.0036) 0.0757$$

$$b_{33} 1 + 0.04 + (0.0009 + 0.0018 + 0.0036 + 0.0004 + 0.0072) 1.0575$$

$$b_{43} 0.08 + (0.0045 + 0.0009 + 0.0072 + 0.0036 + 0.0027) 0.0989$$

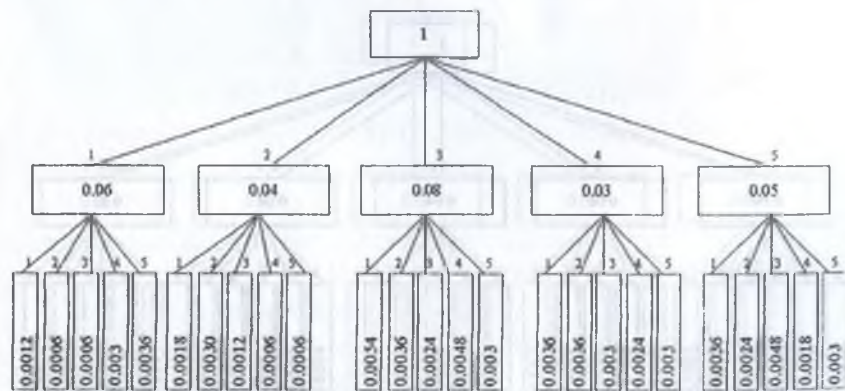
$$b_{53} 0.05 + (0.0054 + 0.0009 + 0.0004 + 0.0004 + 0.0027) 0.067$$

#4



$$\begin{aligned}
 b_{14} & 0.06 + (0.0012 + 0.0018 + 0.0054 + 0.0036 + 0.0036) 0.0756 \\
 b_{24} & 0.06 + (0.0006 + 0.0030 + 0.0036 + 0.0036 + 0.0024) 0.0732 \\
 b_{34} & 0.05 + (0.0006 + 0.0012 + 0.0024 + 0.003 + 0.0048) 0.062 \\
 b_{44} & 1 + 0.04 + (0.003 + 0.0006 + 0.0048 + 0.0024 + 0.0048) 1.0556 \\
 b_{54} & 0.05 + (0.0036 + 0.0006 + 0.003 + 0.003 + 0.0018) 0.0674
 \end{aligned}$$

#5



$$\begin{aligned}
 b_{15} & 0.06 + (0.0012 + 0.0018 + 0.0054 + 0.0036 + 0.0036) 0.0756 \\
 b_{25} & 0.04 + (0.0006 + 0.0030 + 0.0036 + 0.0036 + 0.0024) 0.0532 \\
 b_{35} & 0.08 + (0.0006 + 0.0012 + 0.0024 + 0.003 + 0.0048) 0.092 \\
 b_{45} & 0.09 + (0.003 + 0.0006 + 0.0048 + 0.0024 + 0.0018) 0.1026 \\
 b_{55} & 1 + 0.05 + (0.0036 + 0.0006 + 0.003 + 0.003 + 0.003) 1.0632
 \end{aligned}$$

## 8-amaliy mashg'ulot.

### Mahsulotlarni assortiment (turlari) bo'yicha ishlab chiqarish.

Ishlab chiqaradigan mahsulotlar bozor sharoitida talab o'zgarib turganini nazarga olgan holda, assortiment (turlar) bo'yicha bo'lishi shart.

Mahsulotlarni turlari bo'yicha ishlab chiqarishda cheklanishlar sistemasiga yana bitta cheklanish qo'shiladi va masala yana simpleks usulda yechiladi.

Shundan xulosa chiqarish mumkinki, cheklanishlarga xohlagan sharoitlarni qo'shib masalaning optimal yechimini aniqlash mumkin.

**Maqsad:** Masalani yechishdan maqsad o'quvchilarga bozor sharoitiga mos bo'ladigan iqtisodiy-matematik model tuzish hamda optimallashtirish masalasini hal qila bilishni o'rgatishdan iborat.

**Masalaning qo'yilishi:** Ikkinchi tajriba mashg'ulotning boshlang'ich qiymatlari berilgan holda:

$B=(70000, 30000, 15000)$  – xomashyo resurslari (tonna);

$C=(10000, 11000, 12000)$  – bir birlik maxsulotdan olinadigan sof foyda darajasi (ming so'm).

Xomashyolarning mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan parametrlari.

Qo'shimcha shart

$$X_1 = X_2$$

Uchinchi ( $X_3$ ) mahsulotning hajmi ikkinchi mahsulotning ( $X_2$ ) hajmidan oshmasligi kerak.

**Topshiriq:** 1. Berilgan boshlang'ich shartlarga ko'ra iqtisodiy-matematik model tuzing.

2.  $B$  va  $C$  vektor qiymatlarga shifringizning oxirgi rakamini unga ko'paytirib qo'shing va simpleks tenglamalar sistemasi tuzing.

3. Simpleks tenglamalar sistemasi asosida simpleks jadval tuzing.

4. Maqsad funksiyasining optimal qiymatini aniqlang.

5. Optimal vektor yechimini aniqlang.

6. Shifringing ikkita raqami №10 bo'lgan o'quvchi berilgan boshlang'ich qiymatlarni nazarga olgan holda masalani yechadi va EXM da yechgan natija bilan solishtiradi (2-tajriba ishi).

7. Hosil qilingan yechimni tahlil qiling.



## 9-amaliy mashg'ulot.

### Qorishma masalasini optimallashtirish (minimum masalalarga doir)

**Maqsad:** Maqsad funksiyaning eng kichik qiymatini aniqlash.

**Qorishma masalasi:** Ovqat ratsionallarini tuzishda uning tarkibida kerakli mikdorda oqsillar 0,2 (40%), yoglar 0,2 (20%) uglevodlar 0,3 (30%) va vitaminlar 0,2 (20%) bo'lishi kerak. Qorishma tuzishda  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  turdagi xomashyolardan foydalanilgan, bu xomashyolarning birliklarining tannarxi ma'lum qiymatlarga ega. Qorishma eng arzon narxga ega bo'lishi kerak.

Agar biz,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  orqali qorishma modelini tuzish uchun kerak bo'lgan nomalum xomashyolarni yig'indisi biron songa ( $R$ ) teng bo'lishi kerak yoki xususiy holda:

$$X_1 + X_2 + X_3 = I$$

tenglik o'rinli bo'lishi kerak.

Foydalaniladigan xomashyolar tarkibida aniq mikdorlarda yuqorida ifodalangan moddalar mavjud bo'lsa, quyidagi iqtisodiy-matematik model yordamida.

$$\left. \begin{aligned} 0,2 x_1 + 0,2 x_2 + 0,1 x_3 &= 0,2 \\ 0,1 x_1 + 0,2 x_2 + 0,3 x_3 &= 0,4 \\ 0,3 x_1 + 0,3 x_2 + 0,4 x_3 &= 0,3 \\ 0,4 x_1 + 0,3 x_2 + 0,2 x_3 &= 0,1 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1 \quad (2)$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0 \quad (3)$$

$$F(x) = 3x_1 + 2x_2 + 5x_3 \rightarrow \min \quad (4)$$

1. Noma'lumlar oldidagi koeffitsiyentlarni o'zgartirib eng arzon qorishma modelini tuzing.
2. Iqtisodiy-matematik modelni umumiy holda yig'indilar orqali ifodalang.
3. Fiktiv xomashyolar birliklarining tannarxi  $M$  kanday sonni belgilaydi?
4. Simpleks tenglamalar sistemasini tuzishda, fiktiv xomashyolarning soni nechaga teng bo'ladi?
5. Qorishma massasini qaysi usul yordamida optimallashtirish mumkin?
6. Minimum masalasini optimallashtirish maksimum masalasini optimallashtirishdan qanday farq qiladi?
7. Minimum masalasi uchun simpleks jadval tuzing.
8. Minimum masalasida iqtisodiy-matematik model tengsizliklar bilan ifodalangan bo'lsa, nechta guruh o'zgaruvchilardan foydalanib simpleks tenglamalar sistemasi tuziladi?

## 10-amaliy mashg'ulot.

### Taklif va talab iqtisodiy masalasining nazariyasi usuli bilan optimal yechimni aniqlash

**Maqsad:** O'yin nazariyasi asoslaridan foydalanib taklif va talab iqtisodiy masalasining optimal yechimini aniqlanishini o'rgatish.

**Masalaning qo'yilishi:** Ma'lumki o'yin nazariyasida ikkita qarama-qarshi bo'lgan tomonlarning munosabatlari aniqlanadi. Ya'ni, ishlab chikarish korxonasi bilan (taklif) iste'molchining talabi orasidagi munosabat aniqlanadi.

Korxonaning mahsulotlariga talab no'malum bo'lgani uchun, korxona bir necha strategiyalardan foydalanadi, lekin iste'molchi qaysi strategiyani tanlasa o'yining narxi o'zgaradi.

Quyida egar nuqtaga ega bo'lmagan o'yin matritsa berilgan. (1-jadva).

1-jadval.

| A tomon, taklif ishlab chiqarish korxonasining strategiyalari | B tomon-talab, iste'molchi strategiyalari |                |                |                |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                               | B <sub>1</sub>                            | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> |
| A <sub>1</sub>                                                | 5                                         | -4             | -7             | -7             |
| A <sub>2</sub>                                                | -8                                        | -5             | 12             | -6             |
| A <sub>3</sub>                                                | 4                                         | 7              | 2              | -8             |

1 jadvalda joylashgan manfiy (-) sonlar

A tomon uchun yutuq bo'lib, musbat (+) sonlar zararni ifodalaydi. B tomon uchun esa teskari ma'noga ega. Musbat son (+) A tomon uchun ko'p mahsulot ishlab chiqarishni ifodalaydi, ya'ni zarar, manfiy son esa mahsulotni yetmasligini, ya'ni foydani ifodalaydi. Shunday qilib, tomonlar qarama-qarshi manfaatlarga ega.

1. Tomonlarning strategiyalarini aniqlang.

2. Tomonlarning strategiyalar tanlashini nazarga olgan holda quyida o'yin matritsaga ega bo'lishini ko'rsating.

2-jadval.

| A tomonning strategiyalari<br>taklif | B tomon strategiyalari, talab |                |
|--------------------------------------|-------------------------------|----------------|
|                                      | B <sub>1</sub>                | B <sub>3</sub> |
| A <sub>1</sub>                       | 5                             | 7              |
| A <sub>2</sub>                       | -8                            | 12             |

2. Hosil qilingan o'yin jadval egar nuqtaga ega emas. Bu o'yin matritsa uchun optimal narxni aniqlaymiz.

Umuman aytganda, o'yin narxi tomonlarining strategiyalarni tanlashiga bogliq va o'yin narxi xar xil songa teng bo'lishi mumkin.

3. Bu narxlarni aniqlang.

2-jadvaldan keltirilgan o'yin matritsasiga matematik usulni qo'llab optimal yechimni, ya'ni o'yin optimal narxini aniqlash mumkin.

4. Optimal yechim  $X = \frac{20}{32}$  ga teng ekanligini hisoblang.

5. Shunday qilib  $A$  tomon vaqtning 62,5%  $A_1$  strategiyani  $(1-x) = 1 - \frac{20}{32} = \frac{12}{32}$ , ya'ni qolgan vaqtning 37,5%ni,  $A_2$  strategiyasini qabul qilar ekan.

6. Optimal yechimni xisoblang, ikkala holda ham o'yin narxi  $S_1 = S_2$ , ya'ni  $S_1 = S_2 = \frac{1}{8}$  bir xil songa teng ekanini aniqlang.

Xulosa. Yechim yagona o'yin narxi  $S = \frac{1}{8}$  ga teng, bu  $A$  tomon uchun zarar bo'lib,  $B$  tomon uchun yutuq bo'lar ekan.

### 11-amaliy mashg'ulot.

**Korxonalarining joylashtirishini mohiyati va joylashtirish rejasini hisoblash.**

Umuman korxonalarni, shu jumladan mahsulot ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish bozor iqtisodiyoti sharoitida katta va hal qiluvchi ahamiyatga egadir.

Ishlab chiqarish korxonalarini ratsional joylashtirish masalasini yechishda ko'p sonli aloqalarni, boglanishlarni ko'rib chiqish talab etiladi, lekin bu boglanishlarning hammasini ham matematik tenglamalar orqali ifodalab bo'lmaydi, qiyinligi shundaki ko'p farqlarni aniqlash uchun informatsiyalarning yetmasligi, to'liq bo'lmaganligi, dinamik sharoitga mos bo'lgani ko'p qirrali boglanishga ega bo'lmagani uchun, soddalashibgina chiziqli dasturlash usullarni qo'llab yechishga sabab bo'ladi.

**Maqсад:** O'quvchilarga korxonalarni joylashtirishning mohiyatini chuqurroq tushuntirib, iqtisodiy matematik modelini tuzishga o'rgatish.

Korxonalarni joylashtirish rejasini hisoblashni mustahkamlash.

Quyidagi savollarga javob qaytaring:

1. Ishlab-chiqarish korxonalarining joylashtirishining mohiyati nimada?



2. Joylashtirish masalasini tuzish qanday faktorlarga asoslanishi kerak.
3. Qanday korxonalarning mahsulotlari tez buziladi?
4.  $x_i^k$  o'zgaruvchi nimani ifodalaydi?
5.  $y_i^k$  o'zgaruvchi nimani ifodalaydi?
6. Agar boshlangich qiymatlar shartli yechimlar orqali quyidagi jadvalda berilgan bo'lsa, joylashtirish masalasining umumiy ko'rinishida iqtisodiy-matematik modeli tuzilsin (1-jadval)

1-jadval.

| Joylashtirish punktlari | Korxonalarning bir sutkada ishlab chikarish quvvati, t/sutka | Mahsulot birligi tannarxi t./so'm | Iste'molchilar punktlari va talablar. Sutkada.T |          |          |          |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|----------|----------|----------|
|                         |                                                              |                                   | $M_1$                                           | $M_2$    | $M_3$    | $M_4$    |
|                         |                                                              |                                   | $b_1$                                           | $b_2$    | $b_3$    | $b_4$    |
| $P_1$                   | $a^4$                                                        | $U_1^4$                           | $C_{11}$                                        | $C_{12}$ | $C_{13}$ | $C_{14}$ |
|                         | $a^3$                                                        | $U_1^3$                           | $C_{11}$                                        | $C_{12}$ | $C_{13}$ | $C_{14}$ |
| $P_2$                   | $a^5$                                                        | $U_2^5$                           | $C_{21}$                                        | $C_{22}$ | $C_{23}$ | $C_{24}$ |
|                         | $a^4$                                                        | $U_2^4$                           | $C_{21}$                                        | $C_{22}$ | $C_{23}$ | $C_{24}$ |
| $P_3$                   | $a^3$                                                        | $U_3^3$                           | $C_{31}$                                        | $C_{32}$ | $C_{33}$ | $C_{34}$ |
|                         | $a^2$                                                        | $U_3^2$                           | $C_{31}$                                        | $C_{32}$ | $C_{33}$ | $C_{34}$ |

7. Korxonalarni joylashtirish shartlarini nazarga olgan holda, berilgan boshlangich loyihalar qiymatlariga ko'ra optimal reja tuzing.

2-jadval.

| Joylashtirish punktlari | Ishlab chikarish quvvati t/sutka | Mahsulot birligining tannarxi l/m. so'm | Iste'molchilar punktlari va talablar t/sutka |            |            |            |
|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|------------|------------|------------|
|                         |                                  |                                         | $B_1$                                        | $B_2$      | $B_3$      | $B_4$      |
|                         |                                  |                                         | $B_1=25$                                     | $B_2=45$   | $B_3=20$   | $B_4=15$   |
| $P_1$                   | $a_{11}=20$                      | $S_1^1=130$                             | $C_{11}=2$                                   | $C_{12}=4$ | $C_{13}=3$ | $C_{14}=6$ |
|                         | $a_{12}=55$                      | $S_1^2=120$                             | $C_{11}=2$                                   | $C_{12}=4$ | $C_{13}=3$ | $C_{14}=6$ |
| $P_2$                   | $a_{12}=15$                      | $S_1^2=140$                             | $C_{21}=3$                                   | $C_{22}=1$ | $C_{23}=4$ | $C_{24}=5$ |
|                         | $a_{22}=35$                      | $S_2^2=110$                             | $C_{21}=3$                                   | $C_{22}=1$ | $C_{23}=4$ | $C_{24}=5$ |
| $P_3$                   | $a_{31}=40$                      | $S_3^1=120$                             | $C_{31}=4$                                   | $C_{32}=2$ | $C_{33}=3$ | $C_{34}=3$ |
|                         | $a_{32}=70$                      | $S_3^2=100$                             | $C_{31}=4$                                   | $C_{32}=2$ | $C_{33}=3$ | $C_{34}=3$ |

8. Berilgan loyihalarni faqat bittadan variantlari taqsimot usulini qo'llab, optimal reja quyidagi 3-jadval bilan ifodalanishini hisoblab ko'rsating.

| Punktlar, narx<br>ishlab chiqarish<br>quvvati | Ishlab chiqarish<br>quvvati<br>Variantlar | Iste'molchilar va ularning talablari<br>T.1 kunda |                    |                    |                    |                       |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
|                                               |                                           | B <sub>1</sub> =25                                | B <sub>2</sub> =45 | B <sub>3</sub> =20 | B <sub>4</sub> =15 | F <sub>5</sub> =<br>0 |
| P <sub>1</sub> =20                            | 1                                         | 132                                               | 134                | 20 <sup>133</sup>  | 136                | 0                     |
| P <sub>2</sub> =15                            | 1                                         | 143                                               | 141                | 144                | 15 <sup>145</sup>  | 0                     |
| P <sub>3</sub> =70                            | 2                                         | 25 <sup>104</sup>                                 | 45 <sup>102</sup>  | 103                | 103                | 0                     |

Optimal rejaning maqsad funksiyasini hisoblaymiz.

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r x_{ij}^k (S_i^k + l_{ij}) \rightarrow \min$$

ya'ni

$$F(x) = 133 \cdot 20 + 145 \cdot 15 + 104 \cdot 25 + 102 \cdot 45$$

$$F(x) = 2660 + 2175 + 2600 + 4590$$

$$F(x) = 9365 \text{ ming so'm}$$

Optimal reja bo'yicha hisoblangan xarajatlar eng kichik songa teng bo'ladi.

## II. Tajriba mashg'ulotlari

### **1-tajriba ishi.**

Quyida Gauss usuli yordamida matritsaga teskari bo'lgan matritsani topish dasturi keltirilgan:

Dasturda boshlang'ich qiymatlarini o'zgartiring, matritsaning son qiymatlarini kiriting.

Maqsad: Tuzilgan dasturning operatorlarini tushunib, amaliyotda qo'llashni o'rganish.

PASKAL algoritmik tilidagi dastur matni:

**TESKARI MATRITSANI TOPISH**

type mat=array[1 .. 10,1 .. 20] of real;

var i,j,n:integer; s:real; a:mat;

Procedure Matr(n:integer; var a:mat);

begin for i:=1 to n do

for j:=1 to n do begin

Write ('A(',i',Y j,')= '); Readln (a[i,j]);

end; end;

Procedure inv(n:integer; var a:mat; var s:real);

```

var i,j,k:integer;
r:real;
begin
for i:=1 to n do
begin
for j:=n+1 to 2*n do
begin
a[i,j]:=0; a[i,i+n]:=1;
end;
for k:=1 to n do
begin
s:=a[k,k]; j:=k;
for i:=k+1 to n do
begin
r:=a[i,k];
if abs(r)>abs(s) then begin
s:=r; j:=1 end; end;
if s=0 then exit;
if j=k then for i:=k to 2*n do begin
r:=a[k,i]; a[k,i]:=a[j,i]; a[j,i]:=r end;
for j:=k+1 to 2*n do a[kj]:=a[kj]/s;
for i:=k+1 to 2*n do begin r:=a[i,k];
For i:=k+1 to n do begin
r:=a[k,i]; a[k,i]:=a[j,i]; a[j,i]:=r end; end;
for j:=k to n do a[kj]:=a[kj]/s;
for i:=k to n do begin r:=a[i,k];
for j:=k to n do a[lj]:=a[lj]-a[kj]*r; end;
p:=p*s; end;
s:=p*a[n,n]; end;
begin
repeat Write('N= '); Readln(n); Matr(n,a); det(n,a,s);
Writeln('DET=',S); Until false
end.

```



TOPSHIRIQLAR: Berilgan kvadrat matritsaga teskari matritsani Gauss usuli yordamida toping.

| Topshiriq<br>tartibi | Ozod had     | Matritsa elementlari |                |                 | Topshiriq<br>Tartibi | Ozod had      | Matritsa elementlari |                |                  |
|----------------------|--------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------------|---------------|----------------------|----------------|------------------|
| 1                    | 2            | 3                    |                |                 | 1                    | 2             | 3                    |                |                  |
| 1                    | 6<br>5<br>2  | 8<br>1<br>3          | 3<br>2<br>4    | 2<br>3<br>5     | 2                    | 1<br>6<br>7   | 12<br>-10<br>8       | 5<br>3<br>11   | 2<br>4<br>17     |
| 3                    | 12<br>5<br>4 | 6<br>-1<br>3         | 5<br>2<br>15   | 2<br>3<br>1     | 4                    | 11<br>3<br>7  | 10<br>2<br>2         | 3<br>12<br>8   | 0<br>6<br>3      |
| 5                    | 2<br>3<br>5  | 3<br>4<br>2          | 5<br>1<br>4    | 1<br>-1<br>3    | 6                    | 2<br>2<br>7   | -3<br>5<br>3         | 2<br>-2<br>2   | 5<br>8<br>4      |
| 7                    | 4<br>13<br>1 | 11<br>-2<br>2        | 3<br>9<br>3    | 5<br>0<br>4     | 8                    | -2<br>5<br>14 | 4<br>-1<br>15        | 6<br>2<br>16   | 8<br>1<br>13     |
| 9                    | 3<br>11<br>1 | 1<br>13<br>5         | -4<br>2<br>0   | 7<br>1<br>2     | 10                   | 2<br>1<br>7   | 3<br>3<br>5          | -2<br>2<br>16  | 8<br>1<br>-3     |
| 11                   | 2<br>3<br>6  | -1<br>-2<br>7        | 11<br>8<br>2   | 7<br>1<br>1     | 12                   | 7<br>2<br>1   | 15<br>11<br>6        | 2<br>10<br>5   | 8<br>3<br>-1     |
| 13                   | 2<br>3<br>4  | -1<br>-3<br>1        | 1<br>-16<br>-3 | 10<br>2<br>3    | 14                   | 1<br>2<br>3   | -2<br>-3<br>7        | 4<br>5<br>9    | 11<br>6<br>12    |
| 15                   | 2<br>8<br>6  | 2<br>12<br>7         | 4<br>15<br>-2  | -5<br>1<br>0    | 16                   | 18<br>1<br>3  | 0<br>-1<br>2         | 1<br>3<br>1    | 12<br>-3<br>5    |
| 17                   | 5<br>3<br>2  | 4<br>1<br>5          | 3<br>2<br>-7   | 4<br>1<br>9     | 18                   | 3<br>2<br>1   | -1<br>2<br>-2        | 5<br>-2<br>1   | 7<br>11 18<br>13 |
| 19                   | 17<br>3<br>1 | 5<br>4<br>3          | -8<br>1<br>3   | 3<br>16 17<br>3 | 20                   | 3<br>2<br>5   | 12<br>-2<br>7        | 3<br>-6<br>9   | 4<br>3<br>11     |
| 21                   | 1<br>2<br>8  | 3<br>2<br>12         | 3<br>4<br>15   | 1<br>-5<br>1    | 22                   | 2<br>18<br>1  | -1<br>0<br>-1        | 8<br>1<br>3    | 2<br>12<br>-3    |
| 23                   | 5<br>3<br>2  | 4<br>1<br>5          | 2<br>-7<br>-2  | 1<br>9<br>3     | 24                   | 2<br>1<br>3   | 2<br>-2<br>5         | -2<br>1<br>7   | 11 18<br>13      |
| 25                   | 17<br>3<br>1 | 5<br>4<br>3          | -8<br>1<br>3   | 3<br>16 17<br>3 | 26                   | 3<br>2<br>5   | 12<br>-2<br>7        | 3<br>-6<br>9   | 4<br>3<br>11     |
| 27                   | 3<br>13<br>1 | 11<br>-4<br>0        | 4<br>3<br>-3   | 1<br>2<br>4     | 28                   | 3<br>1<br>4   | 2<br>3<br>-5         | 12<br>11<br>17 | 1<br>8<br>3      |
| 29                   | 7<br>1<br>11 | 2<br>4<br>2          | -3<br>11<br>-3 | 2<br>6<br>7     | 30                   | 8<br>3<br>2   | 2<br>2<br>1          | 13<br>16<br>11 | 2<br>-3<br>1     |

## 2-tajriba ishi.

**Simpleks usul dasturi asosida optimallashtirish masalasini yechish.**

**Maqsad.** Optimallashtirish masalalarini yechishda dasturlarni qo'llashga talabalarni o'rgatish.

Masalaning sharti 4-tajriba ishida keltirilgan.

### II. Simpleks usuli programmasining listingi (Paskal tilida).

```
uses crt;
label l;
var
  f:text;
  r,k,m,n,j,i,m1,s,d:integer;
  z,min,rt,pv:real;
  a:array [1..10,0..10] of real;
  nb,bs:array [1..10] of integer;
  v:array [1..10] of real;
begin
  CLRSCR;
  assign(f,'c:\simplex.txt');
  rewrite(f);
  write('Ishlatilayotgan xomashyolar soni:');
  readln(M);
  write('Ishlab chiqarilishi kerak bo'lgan mahsulotlar soni:');
  readln(n);
  m1:=m+1;
  for i:=1 to m1 do
begin
  if i=m1 then
begin
  writeln('      ','Maqsad funksiya koeffitsiyentlarini kiritish:');
  for j:=1 to n do
begin
  write(j,'-koeffitsiyentni kiriting:');readln(a[i,j]);
end;
  write('Foydani kiriting:');
  readln(a[i,0]);
end
else
begin
```

```

writeln('      ',i,'-tenglama koeffitsiyentlarini kiritish:');
  for j:=1 to n do
begin
  write(j,'-koeffitsiyentni kiriting:');readln(a[i,j]);
end;
  write(i,'-tenglamaning ozod sonini kiriting:');
  readln(a[i,0]);
end;
end;
  for i:=1 to m do
begin
  write(i,'- bazis o'zgaruvchi belgisini kiriting:');
  readln(bs[i]);nb[bs[i]]:=1;
end;
  for j:=1 to bs[i]-1 do nb[j]:=0;
  writeln(f,'          Berilganlar.');
```

arajasi.')

```

  writeln(f);
  writeln(f);
  write(f,'C = ( ');
  for j:=1 to n do
begin
  if j=n then
    write(f,abs(a[m1,j]):5:2,')-bir birlik mahsulotdan olinadigan foyda
  else write(f,abs(a[m1,j]):5:2,',' );
end;
  writeln(f);
  writeln(f);
  writeln(f,' Xomashyoning ishlatilish normasi (A matritsa):');
```

for i:=1 to m do begin writeln(f);



```

for j:=1 to n do begin
  if j=1 then write(f,' | ',a[i,j]:5:2)
  else begin
    if j=n then write(f,a[i,j]:5:2,' | ')
    else write(f,' ',a[i,j]:5:2);
  end;end;end;
k:=1;z:=0.000000001;
repeat
  writeln(f);
  writeln(f,'          ',k,' - Simpleks jadval ');
  for i:=1 to m1 do begin writeln(f);
    for j:=0 to n do write(f,a[i,j]:2:2,'   ');writeln(f);
  write(f,'_____');end;

  min:=-z;s:=0;pv:=0;
  for j:=1 to n do
  begin
    if a[m1,j]<min then
    begin
      min:=a[m1,j];s:=j; s:=j;
    end;
  end;
  if s<>0 then
  begin
    min:=1000000;r:=0;
  end
  else goto l;
  for i:=1 to m do
  begin
    if a[i,s]>z then
    begin
      rt:=a[i,0]/a[i,s];
      if rt<min then
      begin
        r:=i;min:=a[i,0]/a[i,s];
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

if r<>0 then pv:=a[r,s]
else
begin
  writeln('Reja optimal emas'); readln; halt(0);
end;
for i:=1 to m1 do v[i]:=a[i,s];
for i:=1 to m1 do
begin
  if i<>r then
    a[i,s]:=0;
end;
for i:=1 to m1 do
begin
  if i<>r then
begin
  for j:=0 to n do if j<>s then
    a[i,j]:=a[i,j]-v[i]*A[R,J]/PV;
end;
end;
for j:=0 to n do
begin
  A[R,J]:=a[r,j]/PV;
end;
nb[bs[r]]:=0; nb[s]:=1; bs[r]:=s;
k:=k+1;
until k>n;
l: clrscr;
writeln('          NATIJA ');
writeln('=====');
writeln('Eng katta foydaga erishish uchun ishlab chiqarilishi kerak
lgan ');
writeln('          mahsulotlarning o'lchov birliklari:');
for j:=1 to n do
begin
  d:=0;
  for i:=1 to m do
begin
  if bs[i]=j then

```

```

begin
    writeln('x['j,']=',a[i,0]:2:2,');d:=1;
end;
end;
    if d=0 then
        writeln('x['j,']=',0);
end;
writeln('-----');
    writeln('Ortib qolgan xomashyolarning o'lchov birliklari:');
    for j:=n+1 to n+m do
begin
    d:=0;
    for i:=1 to m do
begin
    if bs[i]=j then begin
        writeln('x['j,']=',a[i,0]:2:2,');d:=1;
    end;
end;
    if d=0 then
        writeln('x['j,']=',0);
end;
    writeln('-----');
    writeln('Eng katta foyda: F=',a[m1,0]:2:2,');
    writeln('Ushbu masala bo'yicha to'liq ma'lumotni S:\simplex.txt
faylidan olishingiz mumkin.');
```

NATIJA

```

writeln(f, '-----');
writeln(f, 'Eng katta foydaga erishish uchun ishlab chiqarilishi kerak
bo'lgan ');
    writeln(f, 'mahsulotlarning o'lchov birliklari:');
    for j:=1 to n do
begin
    d:=0;
    for i:=1 to m do
begin
    if bs[i]=j then

```



```

    writeln(f,'x['j,']=',a[i,0]:2:2,',');d:=1;
end;
end;
    if d=0 then
        writeln(f,'x['j,']=',0);
    end;
    writeln(f,'=====');
    writeln(f,'Ortib qolgan xomashyolarning o'lchov birliklari:');
    for j:=n+1 to n+m do
begin
    d:=0;
    for i:=1 to m do
begin
    if bs[i]=j then begin
        writeln(f,'x['j,']=',a[i,0]:2:2,',');d:=1;
    end;
end;
    if d=0 then
        writeln(f,'x['j,']=',0);
    end;
    writeln(f,'=====');
    writeln(f,'Eng katta foyda: F=',a[m1,0]:2:2,',');
readln;close(f);
end.

```

### III. Boshlang'ich qiymatlar.

$B = ( 700.00, 300.00, 150.00, 0.00 )$ -xomashyo resurslari (tonna).

$C = ( 100.00, 110.00, 120.00 )$ -bir birlik mahsulotdan olinadigan sof foyda darajasi (ming so'm).

Mahsulot ishlab chiqarish uchun xomashyolarni ishlatish normalari

(A matritsa):

|      |       |      |
|------|-------|------|
| 0.70 | 0.70  | 0.70 |
| 0.30 | 0.30  | 0.20 |
| 0.00 | 0.20  | 0.30 |
| 0.00 | -1.00 | 1.00 |

Berilgan boshlang'ich qiymatlarga ko'ra simpleks jadval tuziladi.

### 1 - Simpleks jadval

|        |         |         |         |  |
|--------|---------|---------|---------|--|
| 700.00 | 0.70    | 0.70    | 0.70    |  |
| 300.00 | 0.30    | 0.30    | 0.20    |  |
| 150.00 | 0.00    | 0.20    | 0.30    |  |
| 0.00   | 0.00    | -1.00   | 1.00    |  |
| 0.00   | -100.00 | -110.00 | -120.00 |  |

### 2 - Simpleks jadval

|        |         |         |      |  |
|--------|---------|---------|------|--|
| 700.00 | 0.70    | 1.40    | 0.00 |  |
| 300.00 | 0.30    | 0.50    | 0.00 |  |
| 150.00 | 0.00    | 0.50    | 0.00 |  |
| 0.00   | 0.00    | -1.00   | 1.00 |  |
| 0.00   | -100.00 | -230.00 | 0.00 |  |

### 3 - Simpleks jadval

|          |         |      |      |  |
|----------|---------|------|------|--|
| 280.00   | 0.70    | 0.00 | 0.00 |  |
| 150.00   | 0.30    | 0.00 | 0.00 |  |
| 300.00   | 0.00    | 1.00 | 0.00 |  |
| 300.00   | 0.00    | 0.00 | 1.00 |  |
| 69000.00 | -100.00 | 0.00 | 0.00 |  |

## NATIJA

Eng katta foydaga erishish uchun ishlab chiqarilishi kerak bo'lgan mahsulotlarning o'lchov birliklari:

$$x[1]=400.00;$$

$$x[2]=300.00;$$

$$x[3]=300.00;$$

Ortib qolgan xomashyolarning o'lchov birliklari:

$$x[4]=0$$

$$x[5]=30.00;$$

$$x[6]=0$$

$$x[7]=0$$

Eng katta foyda:

$$F=109000 \text{ ming so'm}$$

Topshiriq. 5-amaliy mashg'ulotda keltirilgan qiymatlarga ko'ra simpleks usuli dasturini qo'llab, natijalar bu yechim bilan ( $F=109000$  ming so'm) taqqoslansin.

### 3-tajriba ishi.

**Iqtisodiy jarayonlarning matematik modelini aniqlash.**

**Masalaning qo'yilishi. Jarayonlarning bog'lanishi**

**quyidagi jadvalda berilgan.**

| Jadval. Banklar | Mehnat unumdorligi<br>(jihoz.soat) | Ishlarni<br>avtomatlashtirish<br>koeffitsiyenti |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|
| i               | $Y_i$                              | $X_i$                                           |
| 1               | 20                                 | 32                                              |
| 2               | 24                                 | 30                                              |
| 3               | 28                                 | 36                                              |
| 4               | 30                                 | 40                                              |
| 5               | 31                                 | 41                                              |
| 6               | 33                                 | 47                                              |
| 7               | 37                                 | 56                                              |
| 8               | 38                                 | 54                                              |
| 9               | 40                                 | 60                                              |
| 10              | 41                                 | 65                                              |
| 11              | 42                                 | 61                                              |
| 12              | 43                                 | 67                                              |
| 13              | 45                                 | 68                                              |
| 14              | 48                                 | 76                                              |

**Topshiriq.** Shifringizni N oxirgi raqamini  $x_i, y_i$  larga qo'shib, jarayonlarning bog'liqligini matematik modelini aniqlang.

**Maqsad.** Dasturdan foydalanib shaxsiy kompyuterda jarayonlarning matematik modelini tuzishni o'rgatish.

**Yechish:**

Matematik modelni quyidagi ko'rinishda tanlaymiz.

$$Y = A_0 + A_1 x$$

bunda  $A_0$  va  $A_1$  noma'lum parametrlar, bu noma'lum parametrlarni aniqlash uchun eng kichik kvadratlar usulini qo'llaymiz, quyidagi tenglamalar sistemasi hosil bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} \sum Y_i &= a_0 n + a_1 \sum x_i \\ \sum Y_i x_i &= a_0 \sum x_i + a_1 \sum x_i^2 \end{aligned} \right\}$$

bu sistemada qatnashgan yig'indilarni quyidagi blok-sxema va dastur orqali aniqlaymiz.



Jarayonlarning matematik modeli  $a_0$  va  $a_1$  aniqlanganda tanlangan formulaga qo'yib matematik modelni aniqlaymiz.

II. Matematik modelni dastur orqali eng kichik kvadratlar usulida ham aniqlash mumkin, buning uchun algoritmik blok - sxemasini aniqlab, dasto'rni Paskal tilida tuzamiz.

Dastur Paskal tilida

PROGRAM MNSH

VAR

S1,S2,S3,S4,S5,EN,A0,A1,R1:REAL;

N,I;INTEGER;

Y,X,YR:ARRAY(1.....10)OF REAL;

BEGIN

READLN(N);

S1:=0, S2:=0, S3:=0, S4:=0, S5:=0;

FOR I:=1 to N do;

BEGIN

READLN (X[I],Y[I]);

S1:=S1+x[I];

S2:=S2+x[I]\*x[I];

S3:=S3+Y[I];

S4:=S4+x[I];

END;

A1:=(n\*S4-S1\*S3)/(n\*S2-S1\*S1);

AO:=(S2\*S3-S4\*S1)/(n\*S2-S1\*S1);

FOR I:-1 to N do;

BEGIN

YR(I):AO+A1\*x[I];

S5:=S5+ABS(Y[I]-YR(I))/y(I);

END;

EN:=(S5/N)\*100.0;

WRITELN ("AO=",AO:0:2, "A1=",A1:6:2,"EN=",EN:6:2)

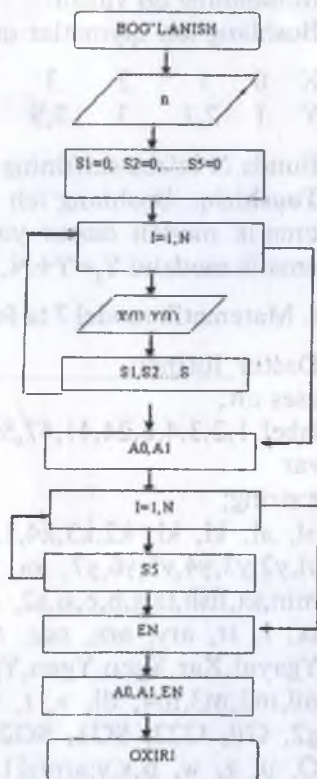
END.

Ko'rsatma:  $Y-AO+A1*x$  Matematik model  $X=S1$ ,  $X^2=S2$ ,  $Y=S3$ ,

$X*Y=S4$ ,  $\frac{|Y(I)-Y2(I)|}{Y(I)}=S5$

Y(I)

Algoritmning blok-sxemasi



#### 4-tajriba ishi.

##### Prognoz masalasini dastur orqali aniqlash.

Matematik modelni grafik orqali aniqlab bo'lmagan holda matematik modelni bir necha funksiyalar orasidan tanlash mumkin.

**Maqsad:** Talabalarni dasturdan foydalanib, iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarini tuzib, prognozlash masalasini aniqlash.

Masalaning qo'yilishi:

Boshlang'ich qiymatlar quyidagi jadvalda berilgan:

|   |   |     |   |     |     |     |   |     |     |      |
|---|---|-----|---|-----|-----|-----|---|-----|-----|------|
| X | 0 | 1   | 2 | 3   | 4   | 5   | 6 | 7   | 8   | 9    |
| Y | 1 | 2,1 | 3 | 3,9 | 4,5 | 5,2 | 8 | 7,5 | 9,5 | 10,6 |

Bunda N talaba shifrining oxirgi raqami hisoblansin.

**Topshiriq.** Boshlang'ich qiymatlarga ko'ra iqtisodiy jarayonning matematik modeli dastur yordamida aniqlansin. (Variantlar bo'yicha matematik modelni  $Y_1=Y+N$ , bunda N o'quvchi shifrining oxirgi raqami).

I. Matematik model 7 ta formula orasidan tanlansin.

Dastur listingi:

uses crt;

label 1,2,3,4,6,24,41,47,50,50;

var

e:string;

bl, al, kl, kl, k2,k3,k4,l,k,q,i,n,nl,n2,n3,el:integer;

yl,y2,y3,y4,y5,y6,y7, xa, d,byx,bxy, sbyx, sbxy: real;

min,sa,fish,ts,a,b,c,si,s2, s3, s4, s5, sr, tfsy:real;

sx, r, tr, ary, arx, sxy, Ar, GeO, Gar, Yayui, Ygoyul:real;

Ygayul,Xar,Xgeo,Ygeo,Ygar,yar,xgar,ya,3d,odlrreal;

m1,m2,m3,in4, dl, v, t, tp5, tpol, tgl, go, t5, tol, glrreal;

g2, Gil, G22, SG1, SG2: real;

O, u, z, w, p,x,y:array[1..25] of real;

J1, j, ex, st, fm:array [1..7] of real;

{-----}

PROCEDURE KALIT; {Initialization}

var

Qs, Qsl: ARRAY [1..20] OF string[10];

tX,TXl:text;

```

JN1, JN:INTEGER;
begin
assign(tX,'c:\tp6\XFILES2.TXT');
RESET(TX);
assign(tX1,'c:\tp6\YFILES2.TXT');
RESET(TX1);
FOR I:- 1 TO N DO READLN{TX, QS{I}};
FOR I:- 1 TO N DO READLN{TX1, QSI{I}};
CLOSE(TX)/CLOSE(TX1);
FOR I:= 1 TO N DO BEGIN
VAL(QS{I},X{I},JN1);
WRITELNC X{f ,1, f } = ' , X{IJ ;2:2) ;
END;
FOR I:- 1 TO N DO BEGIN
VAL(QSI{I},Y{I3,JN1});
gotoxy(30,i+2);
WRITELN(f Y{' , I3=T,Y{IJ:2:2):
END;
READLN; END;
{-----}
procedure MNK;
begin
sl:=0; s2:=0; s3:=0; s4:=G,-
for i : =1 to n do begin
sl:=sl+p[i3 ;
s2:=s2+z[ij ;
s3:=s3+p[i]*z[i] ;
s4:=s4+p[i]*p[i] ;
end;
c:=(n*s3-sl*s2) / (n*s4)
d:=(s2-c*sl)/n;
for i:-1 to n do begin
z[i] :=»c*p[i3+d;
end; end;
{-----}
procedure MNG;
BEGIN

```



WRITELN (k, BOG'LIQ BO'YICHA BER-N VA BASHORAT  
KIY-G JADVALI) ;

readln;

WRITELN ('-----')

WRITELN (' |berilgan | berilgan |bashorat|ber-gan qiymat b-n |' );

WRITELN (' | qiymat | qiymat |qiymat |bashorat qiymat farqi|')

WRITELN ('-----');

for i:=1 to n do begin O[I] :=y[I] -w[I] ;

WRITELN ('x[' ,i, ']=x[i]:5:2, ' , 'y[' ,i, ']= ' ,y [i] : 5:2,

'w[' ,i, ']= ' ,w[i]:5:2, ' , O[' ,i, ' ] = ' , O[i] : 5: 2, ')

end;

WRITELN ('-----');

end;

{-----}

procedure DIS;

BEGIN

st[k] :=0;

for i:=1 to n do begin

st[k]:=st[k]+sqr((y[i]-w[i]));

end;

st[k] :=st[k]/(n-2);

ex[k] :=0;

for i:=1 to n do begin

ex[k] :=ex[k] + abs ( (y[i]-w[i] ))\*100/y[i] ;

end;

ex [ k] : =ex [ k] /n ;

fm[k] :=sy/st[k];

if fm[k]>fish then begin

j[k]:=0; jl[k]:=0; end;

sa:=(sy/sx) \*sqrt ( (1-r\*r) / (n-2) ) :

tr:=a/sa;

if abs(tr)>ts then j[k]:=1

else j [k] :=0;

tr:=b/sa;

if abs(tr)>ts then jl[k]:=1

else jl[k] :=0;

end;

{-----}

```

begin clrscr;
writeln('X BA Y NING NECHTA QIYMATI MAVJUD' );
READLN(N) ;
KALIT;
6 : xa : =0 ;
writeln ('STATISTIK KO'RSATKICHLARNI DASTLABKI QAYTA
ISHLASH');
for i : =1 to n do
xa : =xa+x [i];
xa:=xa/n;
writeln ( ' o'rta arifmetik qiymat xa= ', xa: 2 : 2 );
sdl:=0; ml:=0; m3:=0; m4:=0; m2:=0;
for i:=1 to n do
begin
tgl:=2.62; t5:=1.73; tol:=3.61;
u[i] :=x[i]-xa;  sdl:=sdl+u[i] *u[i] ;
ml : =ml+u [i];          m2:=m2+u [i] *u [i];
m3:=m3+u[i] *u[i] *u[i] ;    m4:=m4+sqr (sqr (u[i])) ;
end;
ml:=jml/n; m2:=m2/n; m3:=m3/n;
sd:=m2;
sx:=m2/ (n-1) ;
sl:=sqr (sd) ;
s2:=sqr (sx) ;
v=s2*100/xa
writeln ( ' o'rta kvadratik farqlanish s l= ', sl: 2: 2 ) ;
writeln ( ' nazariy o'rta kvadratik farqlanish s2=', s2:2:2) ;
writeln { ' dispersiya (2-markaziy moment) sd= ', sd : 2 : 2 ) ;
writeln ( * nazariy dispersiya sx= ', sx : 2 : 2);
writeln ( 'markaziy moment
ml= ', ml:2:2, 'm3=', m3:2:2, 'm4=' , m4:2:2) ;
writeln ('VARIATSIYA KOEFFITSIYENTI V= ', v :2:2);
readln;
writeln ('SHUBHALI ELEMENTLARNI TEKSHIRISH
BOSQICHI');
24 : wri teln ( 'shubhali element bormi (u /n ' ) ;
read(e) ;
if e='n' then begin

```

```

writeln ( 'shubhali element yo'q'):goto 50; end
else writeln('shubhali element bor');
writeln ('shubhali sonni kiriting');
readln(go);
if n<=25 then begin t:=abs(go-xa)/s2;
if t<=tgi then begin writeln('qo'pol xato yo'q'); goto 24;
end
else begin writeln('qo'pol xato bor, o'qi hisobdan chiqarish kerak');
goto 41; end;
tf:=abs (go-xa)/s2; tp5:=t5*sqrt( (n-1) )/sqrt ( (n-2)-t5*t5) );
tpol:=tol*sqrt((n-1))/sqrt((n-2)>tol*tol));
if (tf>tp5) and (tf<tpol) then begin
writeln('qo'pol xatoni yo'qotish uchun mulohaza qilib ko'rish
kerak');
goto 47; end
else begin writeln('qo'pol xatoni hisobdan chiqarish kerak');
goto 41;end;end
else begin writeln('qo'pol xato yo'q');goto 24;end;
writeln('qo'pol xatoni to'plamdan chiqarish bosqichi');
41:k:=0;
for i:=1 to n do
begin
if go<>x[i] then k:=k+1; x[k] :=x[i] ;
writeln(x[k]); end;
n:=k; goto 6;
47:writeln('xatoni to'plamdan chiqarasizmi');
read(q);
if q=-1 then begin
wri te{'xato chiqariladi');goto 41;end
else begin
write('xato to'plamda qoladi');goto 24;end;
50:writeln('ma'ljumotlar taqsimot normalligini tekshirishga
tayyor');
if v<33 then begin
gl:=m3/exp(1.5*ln(m2));g2:=m4/m2*m2-3;
G11:=sqrt(n-1)*gl/(n-2);
G22:=(n-1)*((n+1)*g2+6)/((n-2)**(n-3));
SG1:-SQRT (6*n* (n-1)/((n-2)*(n+1 )*(n+4) ) } } ;

```



```

SG2:=SQRT(24*n*sqr(n-1)/ ((n-3) * (n-2)* (n+3) * (n+5))) ;
goto 58;
if (abs (G11)<=3*SG1) and (abs (G22) <=5*SG2) then
58:wri teln('taqsimot normal')
else wri teln ('taqsimot normal emas'): end;
readln;
writeln ( ' EMPERIK FORMULANI TANLASH BOSQICHI' ) ;
writeln;
ar:=0;geo:=0;gar:=0;
Xar:=(X[1]+x[n])/2;
Yar:=(Y[1]+Y[n])/2;
Xgeo:=sqrt(x[1] *x[n]);
Ygeo:=sqrt(y[1] *y[n]);
Xgar:=(2*x[1]*x[n])/(x[1]+x[n]);
Ygar:=(2*y[1]*y[n])/(y[1]+y[n]);
writeln(' 1-BOSQICH ');
wri teln('X arifmetik',xar:5:2);
writeln('x geometrik ',xgeo:5:2);
writeln('X garmonik ',Xgag:5:2);
writeln('Y arifmetik ',Yar:5:2);
writeln('Y geometrik ',Ygeo:5:2);
writeln('Y garmonik Ygar:5:2);
readln; clrscr;
writeln(' 1-BOSQICH ');
for i:=1 to n do begin
if Xar=x[i] then begin yayul:=y[i]; ar:=1;
end;
if Xgeo=x[i] then begin ygoyul:=y[i]; geo:=1;
end;
if Xgar=x[i] then begin ygayul:=y[i] ; gar:= 1;
end; end;
if Ar=0 then begin
for i:=1 to n do begin
if Xar<x[i] then begin n3:=i;goto 1;end;
end;
1:Yayul:=y[n3-1] + ( (y[n3]-y[n3-1]) / (x[n3] -x[n3-1]) ) *
*(Xar-x[n3-1]);
end;

```

```

if Geo=0 then begin
for i:=1 to n do begin
if Xgeo<x[i] then begin nl:=i;goto 2;end;
end;
2: Ygoyul :=y[nl-1] + ( (y [nl]-y [nl-1]) /(x[nl]-x[n-1] ))*
*(Xgeo-x[nl-1]); end;
if Gar=0 then begin
for i:=1 to n do begin
if Xgar<x[i] then begin n2:=i;goto 3; end;
end;
3:Ygayul:=y[n2-1]+((y[n2]-y[n2-1])/<x[n2]-x[n2-1]))*
*(Xgar-x[n2-1]); end;
writeln('Y arifmetik yuldo'zcha' , Yayul: 5 : 2) ;
writeln ( ' Y geometrik yuldo'zcha ' , Ygoyul : 5: 2);
writeln('Y garmonik yuldo'zcha ' , Ygayul : 5: 2);
readln; clrscr;
writeln ( ' 3-BOSQICH ');
p[1] :=abs(Yayul-Yar); writeln ('1:=',p[1]:5:2);
p[2] :=abs(Ygoyul-Ygeo); writeln ('2:=',p[2]:5:2);
p[3] :=abs(Yayul-Ygeo); writeln ('3:=',p[3]:5:2);
p[4] :=abs(Ygayul-Yar); writeln ('4:=',p[4]:5:2);
p[5] :=abs(Yayul-Yar); writeln ('5:=',p[5]:5:2);
p[6] :=abs(Ygayul-Ygar); writeln ('6:=',p[6]:5:2);
p[7] :=abs(Ygoyul-Yar); writeln ('7:=',p[7]:5:2);
min:=p[1];
for i:=1 to 7 do begin
if min>=p[i] then begin min:=p[i]; q:=i; end
end;
case q of
1:writeln(' MATEMATIK MODELNING FORMULASI  $y=ax+b$ 
:hiziqli');
2:writeln(' MATEMATIK MODELNING FORMULASI  $y=ax^b$ 
darajali');
3:writeln ( ' MATEMATIK MODELNING FORMULASI  $y=ab^x$ 
ko'rsatkichli');
4: writeln ( ' MATEMATIK MODELNING FORMULASI
 $=a+b/x$ 
gi perbolik');

```

```

5:writeln ('MATEMATIK MODELNING FORMULASI  $y=1/(ax+b)$ 
ratsional');
6:writeln ('MATEMATIK MODELNING FORMULASI  $y=x/(ax+b)$ 
ratsional1);
7:writeln (' MATEMATIK MODELNI FORMULASI  $y=algx+b$ 
логорифмик ');
end;
readln;
begin clrscr ;
if n=10 then begin
fish:=3.14; ts:=4.5;end;
if n=20 then begin
fish:=3.08; ts:=3.92;end
else fish:=3.10; ts:=4.3;
ary:=0; arx:=0; sy:=0;sx:=0; sxy:=0;
for i:=1 to n do begin
ary:=ary+y [i] ; arx:=arx+x[i] ; end;
ary:=ary/n; arx:=arx/n;
for i:=1 to n do begin
sy:=sy+sqr (y [i] -ary) ; sx:=sx+sqr (x[i] - arx) ;
sxy:=sxy+(y [i] -ary) * (x[i]-arx); end;
r:=sxy/sqrt(sx*sy);
writeln(' KORRELATSIYA KOEFFITSIYENTI!* ', G: 2 : 2) ;
sr:=sqrt(1-r*r)/sqrt(n-2);
writ el n (' korrelatsiya koeffitsiyenti xatoligi ', sr: 2: 2) ;
if:=r/sr;
if tf>=ts then
writeln('korrelyatsiyey bog'lanish muhim')
else writeln('korrelyatsion bog'lanish muhim emas*');
sy:=sy/(n-1); sx:=sx/(n-1);
writeln('y-BO'YICHA DISPERTSIYA ', sy:2:2) ;
writeln('x-BO'YICHA DISPERTSIYA f,sx:2:2);
readln; clrscr;
begin for i:=1 to n do begin z[i]=y[i] p[i]:=x[i];end;
mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=z[i]; end;
a:=c; b:=d;

```



```

dis; end;
begin for i:=1 to n do begin z[i]:=ln(y[i]);
p[i]:=ln(x[i]);end;
mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=exp(z[i]);end;
a:=exp(d); b:=c;
dis; end;
begin for i:=1 to n do begin z[i] :=ln(y[i] ) ; p[i]:=x[i];
end; mnk;
for i:=1 to n do begin
W[i]:=exp(z[i]); end;
a:=exp(c); b:=exp(d);
dis; end;
begin for i:=1 to n do begin z[i]:=y[i]; P[i]:=1/x[i] ; end;
mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=z[i]; end;
a:=c; b:=d;
dis; end;
k:=5;
begin for i:=1 to n do begin z[i]:=i/y[i]; p[i]:=x[i]; end;
mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=1/z[i]; end;
a:=c; b:=d;
dis; end;
fc:=6;
begin for i:=1 to n do begin z[i];-x[i]/y[i]; p[i]s-x[i];
end; mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=x[i]/z[i]; end;
a:=c; b:=d;
dis; end;
k:=7 ;
Begin for i:=1 to n do begin z[i] :a=y [i] ;
p[i]:=ln(x[i])/ln(10);end;
mnk;

```

```

for i:=1 to n do begin
w[i]:=2[i]end;
a:=c; b:=d;
dis;end;end;
WRITELN ('7 XIL FORMULA BUYICHA HISOB-GAN
QIYMATLAR
JADVALI');
Writeln (' 1 BO'LSA AHAMIYATGA EGA ');
Writeln (' O BO'LSA AHAMIYATGA EGA EMAS ');
WRITELN (' -----');
WRITELN (' | K | a koef-tni | b koef-tni | nisb |qoldiq | Fisher | ');
WRITELN (' |baholash|baholash|xatoligi |dispersiya|mezoni |');
WRITELN (' -----');
for k:=1 to 7 do
WRITELN (' | K , ' | ' , j[k] :1:1, ' | l[k] :1:1, ' | ' ,ex[k] :5:2, ' | ' ,
st[k]:5:2, ' | ,fm[k]:5:2, ' | ');
WRITELN (' -----');
min:=ex[l];
for k:=1 to 7 do begin
if min>=ex[k] then begin min:=st[k]; l:=k; end;end;
writeln(l, '-tenglama tajriba natijalarini baholaydi');
writeln('chunki', st[l]:5:2. ' qoldiq dispersiya eng kichik ');
min:=st[l];
for k:=1 to 7 do begin
if min>=st[k] then begin min:=st[k]; l:=k; yend; end;
writeln(l, '-tenglama tajriba -natijalarini baholaydi');
writeln('chunki', st[l]:5:2. 'qoldiq dispersiya eng kichik');
writeln;
k:=l;
case k of
1:begin
for i:=1 to n do begin z[i]:=y[i]; p[i]:=X[i]; end;
mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=z[i]; end;
a:=c; b:=d;
WRITELN(k,'-REGRESSIYA TENGLAMASINING UMUMIY
KO'RINISHI

```

```

CHIZIQLI Y=',a:5:4, ' x+' ,b:5:4);
writeln;
mng; end;
2:begin for i:=1 to n do begin z[i]:=ln(y[i]);
p[i]:=ln(x[i]); end;
mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=exp(z[i]) ; end;
a:=exp(d); b:=c;
WRITELN(k, '-REGRESSIYA TENGLAMASINING UMUMIY

```

KO'RINISHI

```

DARAJALI Y=',a:5:4,'*x^' , b:5:4);
mng; end;
3:begin for i:=1 to n do begin z[i]:=ln(y[i]); p[i]:=x[i];
end;
mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=exp(z[i]); end;
a:=exp(c); b:=exp(d);
WRITELN(k, '-REGRESSIYA TENGLAMASINING UMUMIY

```

KO'RINISHI

```

KO'RSATKICHLI Y=',a:5: 4, '*' , b:5:4, '^x') ;
writeln;
mng; end;
4:begin for i:=1 to n do begin z[i]:=y[i]; p[i]:=1/x[i];
end;mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]=z[i]; end;
a:=c; b:=d;
WRITELN(k,'-REGRESSIYA TENGLAMASINING UMUMIY

```

KO'RINISHI

```

GIPERBOLIK Y=',a:5:4,'/x+',b:5: 4);
writeln;
mng;end;
5:begin for i:=1 to n do begin z[i] :=1/y [i] ; p[i]:=x[i];
end;mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=1/z[i]; end;

```



```

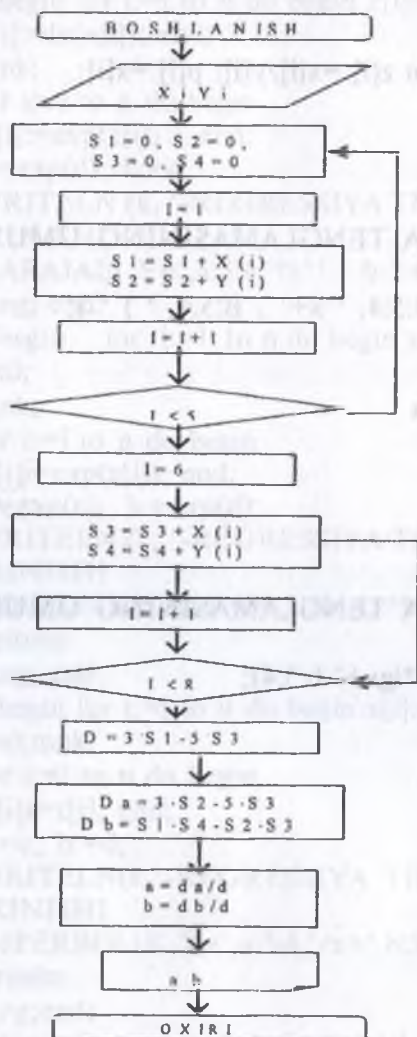
a:=c; b:=d;
WRITELN(k,'-REGRESSIYA TENGLAMASINING UMUMIY
RATSIONAL Y=', ' 1/' , ( ' ,a:5:4, ' x+' .b:5:4.' ) ' );
writeln;
mng; end;
6: begin for i:=1 to n do begin z[i]:=x[i]/y[i]; p[i]:=x[i];
end; rank;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=x[i]/z[i]; end;
a:=c; b:=d;
WRITELN(k,'-REGRESSIYA TENGLAMASINING UMUMIY
KO'RINISHI
RATSIONAL Y=', 'x/',f (' ,3:5:4, ' x+' , B:5:4, ' ) ' );
writeln;
mng; end;
7:begin for i:=1 to n do begin
p[i]:=-ln(x[i])/ln(10); end;
mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=z[i];end;
a:=c; b:=d;
WRITELN(k,'-REGRESSIYA TENGLAMASINING UMUMIY
KO'RINISHI
LOGORIFMIK Y=' ,a:5:4, '*lgx+' b:5:4);
readln; clrscr;
writeln;
mng;end;
end;
readln;
end.

```

# 5-tajriba ishi.

## O'rta qiymatlar usuli

Boshlang'ich qiymatlar yuqorida berilgan



$$\begin{cases} \sum_{i=1}^5 Y_i = a \sum_{i=1}^5 X_i + 5b \\ \sum_{i=6}^8 Y_i = a \sum_{i=6}^8 X_i + 3b \end{cases}$$

program nuts (input, output);  
type asum=array [1..8] of real;  
function sum(a,b:byte, m: asum) : real;

```

var sum1: real; I: byte;
begin
for I:=a to b do sum1:=sum1+m[i];
sum:=sum1;
end;
var i: byte; x,y; asum;x1,x2,y1,y2,a,b,d, d1, d2: real;
begin
for I:=1 to 8 do
readln(x[i], y[i]);
x1:=sum(1,5,x); y1:=sum(1,5,y);
x2:=sum(6,8,x); y2:=sum(6,8,y);
d:=3*x1-5*x2;
d1:=x1*y2-y1*x2;
d2:=5*y2-3*y1;
a:=d1/d; b:=d2/d;
writeln (a,b);
end.

```

#### 6-tajriba ishi.

##### Sohalararo balansning optimazitsion modeli.

Qo'shimcha resurslarning ehtiyojlari (r) har soha bo'yicha ularning mahsulot ishlab chiqarishi uchun xarajatlar normalari (D) va mahsulotning oxirgi sotish narxi (p) ni nazarga olgan holda mahsulot ishlab chiqarish hajmi hisoblansinkim maksimal fondning oxirgi talabi qondirilsin va oxirgi talab hisoblansin va hosil qilingan yechimlar tahlil etilsin:

- 1) O'ptimallikka nisbatan.
- 2) Resurslarning qiymati va dajasiga nisbatan.
- 3) Sezgirligiga nisbatan.

Izoh: Qo'shimcha resurslarga (R) va mahsulotni oxirgi sotish narxi (R) ga shifringizni qo'shib ishini bajarish kerak, ya'ni

$$R_i = R + N, P_i = P + N$$

bunda N shifringizning oxirgi ikkita raqami.

Ishlab chiqarish hajmi hisoblansin.

Boshlang'ich qiymatlar berilganda

$$D = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.6 & 0.5 & 0.9 & 1.1 \\ 0.6 & 0.6 & 0.8 & 0.4 & 0.2 \\ 0.5 & 0.9 & 0.1 & 0.8 & 0.7 \end{pmatrix}$$

Xarajatlarni normalari

$$\bar{R} = \begin{pmatrix} 564 \\ 298 \\ 467 \end{pmatrix}$$



$p = (121 \ 164 \ 951 \ 254 \ 168)$  – mahsulotlarning narxlari oxirgi talab narxini maksimallashtirish talab etiladi;

$$\bar{C}_{opt} = \bar{p}(J - A) = (121 \ 164 \ 951 \ 254 \ 168) \cdot \begin{pmatrix} 0.98 & -0.03 & -0.09 & -0.06 & -0.06 \\ -0.01 & 0.95 & -0.06 & -0.06 & -0.04 \\ -0.01 & -0.02 & 0.96 & -0.05 & -0.08 \\ -0.05 & -0.01 & -0.08 & 0.96 & -0.03 \\ -0.06 & -0.01 & -0.05 & -0.05 & 0.95 \end{pmatrix} =$$

$$= (2.75 \ 75.5 \ 882 \ 155.03 \ 90.4)$$

Keyin esa,  $y_{opt}$  qiymatini esa hisoblaymiz:

$$y_{opt} = \bar{p} \cdot \bar{C}_{opt} = (121 \ 164 \ 951 \ 254 \ 168) \cdot (2.75 \ 75.5 \ 882 \ 155.03 \ 90.4) =$$

$$= (332.75 \ 12382 \ 838782 \ 39377.62 \ 15187.2)$$

$y = 2.75x_1 + 75.5x_2 + 882x_3 + 155.03x_4 + 90.4x_5$ , quyidagi cheklanishlarni nazarga olgan holda:

$$\begin{cases} 0.3x_1 & 0.6x_2 & 0.5x_3 & 0.9x_4 & 1.4x_5 & \leq 564 \\ 0.6x_1 & 0.6x_2 & 0.8x_3 & 0.4x_4 & 0.2x_5 & \leq 298 \\ 0.5x_1 & 0.9x_2 & 0.1x_3 & 0.8x_4 & 0.7x_5 & \leq 467 \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 & \geq 0. \end{cases}$$

Masalani simpleks usulida EHM da yechib hosil qilamiz:

$$\begin{aligned} y_{MAX} &= 3.28545000E+05 = 328545 & M_1 &= 6.58750E+02 = 658.75 \\ x_1 &= 3.77750E+02 = 377.75 & M_2 &= 5.860E+02 = 586 \\ x_3 &= 3.7250E+02 = 372.50 & M_3 &= 0.0E+00 = 0 \\ x_6 &= 4.29750E+02 = 429.75 & M_4 &= 2.85970E+02 = 285.97 \\ & & M_5 &= 1.3010E+02 = 130.10 \\ & & M_6 &= 0.0E+00 = 0 \\ & & M_7 &= 1.10250E+03 = 1102.5 \\ & & M_8 &= 0.0E+00 = 0 \end{aligned}$$

Ikki yoqlama masalani mos ravishda yechamiz:

$$y = \bar{x} \cdot \bar{n} \rightarrow \min$$

$$\bar{x} D \geq \bar{p}(I - A)$$

$$x \geq 0$$

$$y = 121x_1 + 164x_2 + 951x_3 + 254x_4 + 168x_5 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 0.3x_1 + 0.6x_2 + 0.5x_3 \geq 2.75 \\ 0.6x_1 + 0.6x_2 + 0.9x_3 \geq 75.5 \\ 0.5x_1 + 0.8x_2 + 0.1x_3 \geq 88.2 \\ 0.9x_1 + 0.4x_2 + 0.8x_3 \geq 155.03 \\ 1.1x_1 + 0.2x_2 + 0.7x_3 \geq 90.4 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

Masalani EHM da simpleks usulida yechib hosil qilamiz:

|                |              |              |                 |
|----------------|--------------|--------------|-----------------|
| $x_1 = 101.86$ | $M_1 = 0$    | $M_6 = 117$  | $M_{11} = -310$ |
| $x_7 = 88.96$  | $M_2 = 27.8$ | $M_7 = 0$    | $M_{12} = 0$    |
| $x_3 = 50.01$  | $M_3 = 13.2$ | $M_8 = 0$    |                 |
| $x_8 = 0.26$   | $M_4 = 0$    | $M_9 = 0$    |                 |
| $x_6 = 21.67$  | $M_5 = 0$    | $M_{10} = 0$ |                 |

Natijalarni tahlil etamiz:

1) Optimallik:

$$\bar{x}_{opt} = \begin{pmatrix} 377.75 \\ 0 \\ 372.50 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix};$$

Ya'ni, yechimdan ma'lumki faqat 1- va 3- soha bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish kerak ekan, bu mahsulotlarning hajmlari 377,75 birlik va 372,50 birlikga teng. Qolgan 2-, 4-, 5- sohalar bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish kerak emas.

Oxirgi talabning yalpi narxi teng:  $y_{max} = 328545$

$$\bar{C}_{opt} = (I - A) \cdot \bar{x}_{opt} = \begin{pmatrix} 0.98 & -0.03 & -0.09 & -0.06 & -0.06 \\ -0.01 & 0.95 & -0.06 & -0.06 & -0.04 \\ -0.01 & -0.02 & 0.96 & -0.05 & -0.08 \\ -0.05 & -0.01 & -0.08 & 0.96 & -0.03 \\ -0.06 & -0.01 & -0.05 & -0.5 & 0.95 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 377.75 \\ 0 \\ 372.50 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} 0,98*377,75 + 0*(-0,03) + (-0,09)*372,50 + 0*(-0,06) + 0 \\ (-0,01)*377,75 + 0,95*0 + (-0,06)*372,50 + 0 + 0 \\ (-0,01)*377,75 + 0 + 0,96*372,5 + 0 + 0 \\ (-0,05)*377,75 + 0 + (-0,08)*372,5 + 0 + 0 \\ (-0,06)*377,75 + 0 + (-0,05)*372,5 + 0 + 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 336.67 \\ -26.1275 \\ 353.8225 \\ -48.6875 \\ -41.29 \end{pmatrix}$$

ya'ni,  $S_1=336.67$ ,  $S_2=-26.1275$ ,  $S_3=353.8225$ ,  $S_4=-48.6875$ ,  $S_5=-41.29$ , manfiy qiymatlar shuni ifodalaydiki, bu sohalarining mahsulotlari funksiyalashga kerakligini ifodalaydi.

$$y_{opt} = \bar{p} \bar{C}_{opt} = (332.75 \quad 12382 \quad 838782 \quad 39377.62 \quad 15187.2);$$

## 2) Resurslarning qiymati va keraklik darajasi:

| Resurslar | Qoldiq o'zgaruvchilar | Resursning keraklik darajasi | Yopiq narx |
|-----------|-----------------------|------------------------------|------------|
| 1         | $x_6 = 21,67$         | Defitsit emas                | 0          |
| 2         | $X_7 = 88,96$         | Defitsit emas                | 0          |
| 3         | $X_8 = 0,26$          | Defitsit emas                | 0          |

## Testlar

1. Mahsulot ishlab chiqarish masalasining iqtisodiy-matematik modelida (IMM) cheklanishlar nimani ifodalashi mumkin?

- tekislikni ifodalaydi;
- gipertekislikni ifodalaydi;
- ko'pburchakli yechimlar sohasini ifodalaydi;
- yarimtekislikni ifodalaydi;
- hamma javoblar noto'g'ri.

2. Mahsulot ishlab chiqarish masalasining maqsad funksiyasi nimani ifodalaydi?

- chiziqni ifodalaydi;
- egri chiziqni ifodalaydi;
- tekislikni ifodalaydi;
- ishlab chiqariladigan mahsulotlardan olinadigan umumiy sof foydani;
- to'g'ri javob yo'q.

3. Qaysi turdagi mahsulotdan olinadigan sof foyda maksimumga ega ekanligini aniqlang, agar maqsad funksiya  $F(x) = 2x_1 - x_2 \rightarrow \max$ .



a)  $x_2$  - chi turdagi mahsulotdan;  
 b)  $x_1$  va  $x_2$ -chi turlardagi mahsulotlarning yig'indisidagi olinadigan  
 sof foyda;

- c)  $x_1$  - chi turdagi mahsulotdan;  
 d) ko'pburchakli yechimlar sohasida;  
 e) to'g'ri javob yo'q.

4. Material model real obyektlarni tabiiy va sun'iy materiallar yordamida  
 aks etsa, qaysi biri material model bo'la olmaydi?

- a) karton bilan maket tuzish;  
 b) qalam bilan formula yozish;  
 c) metaldan avtomodel tuzish;  
 d) qushning osmonda parvozining trayektoriyasi;  
 e) bo'r bilan doskaga chizish.

5. Masalani grafik usulida yechimini aniqlashda quyida keltirilganlar  
 asosida firmaning mahsulot ishlab chiqarish masalasining IMM qaysi  
 biri to'g'ri ifodalangan?

a)  $3x_1 + 2x_2 \leq 1$  (1)

2.  $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$  (2)

3.  $F(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$  (3)

b)  $2x_1 + 3x_2 \geq 1$  (1)

$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$  (2)

$F(x) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$  (3)

c)  $2x_1 + 3x_2 \leq 1$  (1)

$x_1 \geq 0, x_2 \leq 0$  (2)

$F(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$  (3)

d)  $x_1 + 3x_2 \geq 1$  (1)

$x_1 \geq 0, x_2 \geq 1$  (2)

$F(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$  (3)

e)  $2x_1 + 3x_2 \leq 1$  (1)

$x_1 \leq 0, x_2 \leq 0$  (2)

$F(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$  (3)

6. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasining iqtisodiy-matematik  
 modelida maqsad funksiya

$C_1x_1 + C_2x_2 = h$  grafikda ifodalaydi.

- a) egri chiziqni grafikda ifodalaydi;  
 b) parabola chizig'ini;

- c) maqsad funksiya chizig'ini;
- d) cheklanishlarni grafikda ifodalaydi;
- e) to'g'ri javob yo'q

7. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasida IMM — berilgan holda, ko'pburchakli yechimlar sohasi mavjud bo'lsa:

- a) mahsulot ishlab chiqarishini aniqlab bo'lmaydi;
- b) ekstremal qiymatlarni aniqlash mumkin emas;
- c) ortogonal radius — vektorni aniqlab bo'lmaydi;
- d) maqsad funksiyaning eng katta yoki eng kichik qiymatlari aniqlanadi.
- e) to'g'ri javob yo'q.

8. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasi,  $n > 2$  bo'lgan holda, grafik usulda aniqlash mumkin:

- a) bazis yechimni;
- b) ishlab chiqaradigan mahsulotlarning birikmalarini aniqlab bo'lmaydi;
- c) maqsad funksiyaning ekstremal qiymatlarini;
- d) ko'pburchakli yechimlar sohasini aniqlab bo'lmaydi;
- e) to'g'ri javob yo'q

9. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasini  $n > 2$ -da bo'lganda, grafik usulda yechganda quyidagi shart bajarilishi kerak:

- a) cheklanishlar soni uchun  $m - n - 2$
- b) maqsad funksiya uchun;
- c) o'zgaruvchilar soni uchun  $m = n - a$ ;
- d) musbatlik sharti uchun:  $x_0 \leq 0$
- e) to'g'ri javob yo'q.

$$F(x) = \sum_{j=1}^n C_j K_j$$

10. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasida IMM-da o'zgaruvchilar  $x_j$ , bunda  $j = 1, 2, 3, 4$  ko'rinishida bo'lsa, nechta o'zgaruvchilarning qiymatlaring hisoblash kerak-?

- a) bitta o'zgaruvchining qiymatini;
- b) ikkita o'zgaruvchining qiymatini;
- c) uchta o'zgaruvchining qiymatini;
- d) to'rtta o'zgaruvchining qiymatini;
- e) to'g'ri javob yo'q.

11. Mikroiqtisodiy masalalarning bir turi bo'lmish qorishma masalasida M-usul 0 cheklanishlar sistemasi va musbatlik shartini nazarga olgan holda, cheklanishlar soni teng bo'ladi:

- a) cheklanishlar soni uchga teng;
- b) cheklanishlar soni to'rtga teng;
- c) cheklanishlar soni ikkiga teng;
- d) cheklanishlar soni beshga teng;
- e) to'g'ri javob yo'q.

12. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasining IMM-ning ko'rinishlarini yozing.

- a) IMM faqat bir ko'rinishda ifodalanadi
- b) IMM faqat ikki xil ko'rinishda ifodalanadi
- c) IMM faqat uch xil ko'rinishda ifodalanadi
- d) IMM faqat besh xil ko'rinishda ifodalanadi
- e) to'g'ri javob yo'q

13. Qorishma masalasida, qo'shimcha mahsulotlar birligining tannarxi teng.

- a) bir aniq songa;
- b) biror cheklanmagan songa
- c) biron katta M songa
- d) tengsizliklar sistemasining soniga
- e) to'g'ri javob yo'q

14. Firma A qorishma masalasida ( $\sum x_j = b_i$ ) maqsad funksiya  $F(x_1, x_2, x_3)$  ko'rinishda bo'lsa, yana necha qo'shimcha o'zgaruvchilar kiritish kerak, birlik matritsa yordamida

- a) ikkita qo'shimcha o'zgaruvchilar;
- b) uchta qo'shimcha o'zgaruvchilar;
- c) to'rtta qo'shimcha o'zgaruvchilar;
- d) beshta qo'shimcha o'zgaruvchilar;
- e) to'g'ri javob yo'q.

15. Firma qorishma masalasining optimal qiymati bazis yechimga nisbatan qanday holatda bo'ladi?

- a)  $F_{\text{bazis}}(x) < F_{\text{opt}}(x)$ ;
- b)  $F_{\text{bazis}}(x) = F_{\text{opt}}(x)$ ;
- c)  $F_{\text{bazis}}(x) \geq F_{\text{opt}}(x)$ ;
- d)  $F_{\text{bazis}}(x) > F_{\text{opt}}(x)$ ;
- e) to'g'ri javob yo'q.

16. Materiallarni o'rash masalasini optimallashtirishda  $F(x_1, x_2, x_3, x_4)$  optimal qirqish varianti qaysi ustunda joylashishi kerak?



- a) birinchi ustunda;
- b) ikkinchi ustunda;
- c) uchinchi ustunda;
- d) to'rtinchi ustunda;
- e) to'g'ri javob yo'q.

17. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasining optimal rejasidan aysi bir mahsulot rejaga kirgani aniqlanadi?

- a) simpleks jadvalning birinchi ustunidan;
- b) simpleks jadvalning ikkinchi ustunidan;
- c) simpleks jadvalning uchinchi ustunidan;
- d) simpleks jadvalning to'rtinchi ustunidan;
- e) to'g'ri javob yo'q.

18. Optimal rejaning qaysi ustunidan ishlab chiqaradigan mahsulotlarning hajmlari aniqlanadi?

- a) simpleks jadvalning birinchi ustunidan;
- b) simpleks jadvalning ikkinchi ustunidan;
- c) simpleks jadvalning uchinchi ustunidan;
- d) simpleks jadvalning to'rtinchi ustunidan;
- e) to'g'ri javob yo'q.

19. Optimal reja qanday tahlil etiladi.

- a) sonli qiymatlar tahlil etiladi;
- b) ishlab chiqaradigan mahsulotlar chegaralarni qanoatlantiradi;
- c) maqsad funksiya tekshiriladi;
- d) maqsad funksiya qatori tekshiriladi;
- e) to'g'ri javob yo'q.

20. Firmani mahsulot ishlab chiqarish masalasida maqsad funksiya qanday usulda hisoblanadi?

- a) to'rtburchaklar ta'rifi asosida;
- b) simpleks jadvalning ikkita ustuni;
- c) ikkita usul yordamida;
- d) birlik matritsa elementlari orqali;
- e) to'g'ri javob yo'q.

21. O'rash materiallarni optimal masalasida qo'shimcha maqsad funksiya qanday hal qiluvchi ustunni tanlashda ta'sir etadimi?

- a) ta'sir etadi;
- b) ta'sir etmaydi;

- c) ta'sir etishi mumkin;
- d) ta'sir etishi mumkin;
- e) to'g'ri javob yo'q.

22. Iste'molchilarning talablari aniq bo'lmaganda quyidagi usul foydalaniladi.

- a) grafik usul;
- b) eng kichik kvadratlar usuli;
- c) dinamik usul;
- d) statistik usul;
- e) to'g'ri javob yo'q.

23. Ikki yoqlama masalalar quyidagi usullar asosida optimallashtiriladi.

- a) o'rtacha qiymatlar usulida;
- b) stoxastik usul asosida;
- c) tanlangan nuqtalar asosida;
- d) simpleks usulida;
- e) to'g'ri javob yo'q.

24. Ustun  $R_j$  da o'zgaruvchilarning indeksleri o'zgarishining iqtisodiy ma'nosi quyidagicha:

- a) yangi o'zgaruvchilar optimal rejaga kirmaydi;
- b) yangi o'zgaruvchilar optimal rejaga kiradi;
- c) yangi o'zgaruvchilar katta foyda keltirilmaydi;
- d) bu o'zgaruvchilar yechimini hosil etmaydi;
- e) to'g'ri javob yo'q.

25. Necha iteratsiyada maqsad funksiya  $F(x_1, x_2, x_3, x_4)$  optimal qiymatga ega bo'ladi?

- a) bitta iteratsiyada;
- b) ikkita iteratsiyada;
- c) uchta iteratsiyada;
- d) to'rtta iteratsiyada;
- e) to'g'ri javob yo'q.

26. Ekonometrik tenglamalar tizimlari prognozlashda foydalaniladimi?

- a) milliy daromad hisoblanishi mumkin;
- b) milliy daromadni hisoblaydi;
- c) milliy daromadning prognoz masalasi;
- d) balki milliy daromadni hisoblash mumkin;
- e) to'g'ri javob yo'q.

27. Tasodifiy hodisaning chiziqli qismi quyidagi bosqichda hisoblanadi.

- a) ikkinchi bosqichda;
- b) ikkita parametрни optimallaganda;
- c) birinchi bosqichda;
- d) uchinchi bosqichda;
- e) to'g'ri javob yo'q.

28. Quyidagi analitik bog'lanishlar tasodifiy hodisalarga kirmaydi.

- a) viloyat bo'yicha paxta hosildorligi;
- b) viloyat bo'yicha ob-havo temperaturasi;
- c) ishlab chiqarish funksiyasi uchta parametrga bog'liq bo'lgan holda;
- d) milliy daromadning matematik modeli;
- e) korxonalarni joylashtirish iqtisodiy-matematik modeli.

29. Taklif va talab masalasida musbat son korxona uchun nimani ifodalaydi?

- a) strategiyani ifodalaydi;
- b) yutuqni;
- c) yutqazishni;
- d) rejani;
- e) to'g'ri javob yo'q.

30. O'yinning optimal narxini quyidagi usulda aniqlash mumkin:

- a) hisoblash asosida;
- b) egar nuqtani aniqlash usulida;
- c) maksimin va minimaks usulida;
- d) matematik usul asosida;
- e) to'g'ri javob yo'q.

31. O'yin nazariyasida, tanlash asosida o'yinning optimal narxini aniqlash mumkinmi?

- a) strategiyalarni tomonlar tanlashi bilan o'yinning optimal narxini balkim aniqlash mumkin;
- b) strategiyalarni tomonlar tanlashi bilan o'yinning narxini balkim aniqlash mumkin;
- c) tomonlar strategiyalarni tanlashi bilan o'yinning optimal narxini aniqlash mumkin emas;
- d) tomonlar strategiyalarini tanlashi bilan o'yinning optimal narxini ba'zan aniqlash mumkin, ba'zan aniqlab bo'lmaydi;
- e) to'g'ri javob yo'q.



32. Agar ekspertlar guruhining javoblari sonli miqdorlarda bo'lsa, quyidagilar nazarga olinadi:

- a) o'rtacha arifmetik miqdor aniqlanadi;
- b) sonli miqdorlarning medianalari hisoblanadi;
- c) sonli miqdorlarning modasi topiladi;
- d) sonli miqdorning o'rtacha geometrik qiymati hisoblanadi;
- e) to'g'ri javob yo'q.

33. Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirish masalasi quyidagi masalalar turiga kiradi.

- a) dinamik dasturlash masalasiga;
- b) taqsimot masalasining turiga;
- c) statistik masalalar turiga;
- d) stoxastik masalalar turiga;
- e) o'yin nazariyasi masalasi turiga.

34. Ma'lum davrda tovarlar va xizmatlar sotilishidagi shart-sharoitlar majmuasi – bozor konyunkturasini bildirsa, uning iqtisodiy ko'rsatkichlari quyidagilar hisoblanadi:

- a) taklif va talab muvozanati;
- b) baholar darajasi;
- c) bozorda mahsulotlarni sotish hajmi;
- d) pul muomalasi;
- e) to'g'ri javob yo'q.

35. Mamlakat iqtisodiy doirasida konyunkturani tahlil qilish quyidagi makroiqtisodiy ko'rsatkichga asoslanadi:

- a) yalpi milliy mahsulot;
- b) yalpi milliy daromad;
- c) paxta hosildorligi yillar bo'yicha;
- d) inflyatsiya darajalari;
- e) to'g'ri javob yo'q.

36. Mamlakat iqtisodiy konyunkturasini tahlil qilish quyidagi mikroiktisodiy ko'rsatkichga asoslanadi:

- a) tovar bozorlari holati;
- b) tovar ishlab chiqarilishi;
- c) talab va taklif;
- d) talabning qondirish darajasi;
- e) import qilish ko'rsatkichi.

37. Bozor muvozanati quyidagi holatni ifodalaydi:

- a) narxning har xil darajalarida sotib olishi mumkin bo'lgan tovarlar miqdorini ko'rsatadi;
- b) talab va taklif bir-biriga, narx esa tovar qiymatiga teng holatini bildiradi;
- c) talab va taklif bir-biriga yoki ishlab chiqarish bahosiga teng holatni bildiradi;
- d) talab — narx — taklif kategoriyalari tengligi;
- e) to'g'ri javob yo'q.

38. Yangi tejamli texnologiyalarni ishlab chiqarish va mahsulot ishlab chiqarishda qo'llash natijasida:

- a) dotatsiyalar taklif chizig'i siljiydi;
- b) muvozanat narx kamayadi ( $p_1 < p$ );
- c) kam xarajatli mahsulot avvalgi hajmlarda saqlanib qoladi;
- d) taklif egri chizig'i chap tomon yuqoriga siljmaydi;
- e) to'g'ri javob yo'q.

39. Inflyatsion holatlar quyidagi holatlar ko'rinishida uchramaydi:

- a) iste'molchilarning daromadi o'sishi o'rinli bo'lib, korxonaning har bir sharoiti yaxshilanmasa, bu holat narxni nazorat qilib bo'lmaydi, u holat talabning inflatsiyasi deyiladi;
- b) iste'molchilarning daromadlari amalga oshmasdan, ishlab chiqaruvchilar xarajatlari oshib borsa, bu holat xarajatlar inflatsiyasi isoblanadi;
- c) taklif qiladigan mahsulotlar hajmi o'zgarmasdan qolib, aylanma pul juda ko'p oshsa, pul inflatsiyasi holati hisoblanadi;
- d) real sharoitlarda inflatsiya ko'p sabablarga bog'liq emas;
- e) to'g'ri javob yo'q.

40. Ishlab chiqarish funksiyasi grafik ko'rinishda izokvanta oilasi orqali ifodalansa, izokvanta turlari bo'la oladi:

- a) chiziqli izokvantalar turi;
- b) darajali ishlab chiqarish funksiya izokvantalari;
- c) mustahkam o'zaro to'ldiruvchi resurslar izokvantasi;
- d) kesimli (siniq chiziqli) izokvantalar ishlab chiqarish obyektlarning texnologik imkoniyatini aniqroq ifodalamaydi;
- e) to'g'ri javob yo'q.

41. Obyekt (jarayon)lar istiqbolini quyidagi usulda aniqlash mumkin:

- a) matematik usullar yordamida;
- b) statistik usullar yordamida;
- c) dinamik qatorlarni ekstropolyatsiya qilish yo'li bilan;
- d) grafik usulda aniqlab bo'ladi;
- e) qiyishqoqlik koeffitsiyenti yordamida talab istiqbolini aniqlab bo'lmaydi.

42. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida cheklanishlar qanday ko'rinishda bo'ladi.

- a) chiziqsiz;
- b) yuqori tartibli;
- c) manfiy son;
- d) ikkinchi tartibli;
- e) chiziqli.

43. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida maqsad funksiya qanday ko'rinishda bo'ladi?

- a) vektor;
- b) vektorlar yig'indisi;
- c) o'zgaruvchilar yig'indisi;
- d) vektorlarni skalyar ko'paytmalari;
- e) aniq son.

44. Jarayonlarning matematik modellari qaysi usul yordamida tuziladi?

- a) hisoblash usulda;
- b) kvadrat usulida;
- c) eng kichik kvadratlar usuli;
- d) simpleks usulida;
- e) taqsimot usulida.

45. Ifodani geometrik ma'nosini aniqlang, agar  $4x_1 - 3x_2 \leq 12$ ,  $x_1 = 4$ ,  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$  matematik model berilgan bo'lsa:

- a) tekislik;
- b) uchburchak;
- c) yarimtekislik;
- d) to'g'ri chiziq;
- e) gipertekislik.



46. Korxonalarni mahsulot ishlab chiqarish masalasida, optmallashtirish qaysi usul yordamida bajariladi?

- a) taqsimot;
- b) statistik;
- c) differensial renta;
- d) simpleks;
- e) Fogel usulida

47. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida maqsad funksiya qanday qiymatda bo'ladi ( $F(x)$ )?

- a) maksimum;
- b) max va min;
- c) nol son;
- d) cheksiz son;
- e) max yoki min.

48. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasida,  $F_6(x)$  maqsad funksiyasining qiymati aniqlansin, agar IMM berilgan bo'lsa;

$$\left. \begin{array}{l} 6x_1 + 6x_2 \leq 36 \\ 4x_1 + 2x_2 \leq 20 \\ 4x_1 + 8x_2 \leq 40 \end{array} \right\} (1) \quad x_1, x_2 \geq 0 \quad (2)$$

$$F(x) = 12x_1 + 15x_2 \Rightarrow \max \quad (3)$$

- a) 0,    b)  $2\frac{1}{2}$ ,    c) 15,    d) 25,    e) 4.

49. Amaliy matematikaning yo'nalishlarini aniqlang.

- a) chiziqli programmalashtirish;
- b) statistik yechimlar nazariyasi;
- c) butun sonli programmalashtirish;
- d) musbat sonlar nazariyasi;
- e) yechimlar nazariyasi.

50. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida maqsad funksiyaning optimal qiymatini aniqlang, optimal yechim qanday ko'rinishda bo'ladi?

- a) boshqarish vektor;
- b) boshqarish vektorlar;
- c) aniq son;
- d) butun sonlar to'plami;

e) butun soha.

51. Chiziqli programmalashtirish modellaridagi o'zgaruvchilar qaysi chorakda joylashishi kerak?

- a) ikkinchi;
- b) birinchi;
- c) to'rtinchi;
- d) beshinchi;
- e) sakkizinchi.

52. Ko'pburchakli yechimlar sohasini aniqlang.

- a) to'rtburchak;
- b) mavjud emas;
- c) uchburchak;
- d) ikkiburchak;
- e) beshburchak.

53. Qorishma masalasida maqsad funksiya  $F_0(x)$  hisoblansin, agar IMM berilgan bo'lsa.

$$\left. \begin{aligned} 0,1x_1 + 0,3x_2 + 0,2x_3 &= 0,3 \\ 0,4x_1 + 0,3x_2 + 0,5x_3 &= 0,1 \\ 0,5x_1 + 0,4x_2 + 0,3x_3 &= 0,6 \\ x_1 + x_2 + x_3 &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$x_j \geq 0 \quad j=1,3 \quad (2)$$

$$F(x) = 2x_1 + 4x_2 + 3x_3 \rightarrow \min \quad (3)$$

- a)  $F_0(x) = 4M$
- b)  $F_0(x) = 5M$
- c)  $F_0(x) = 3M$
- d)  $F_0(x) = 2M$
- e)  $F_0(x) = M$

54. Berilgan IMM asosida, boshlang'ich maqsad funksiya  $F_0(x)$ ni hisoblang

$$\left. \begin{aligned} 0,1x_1 + 0,3x_2 + 0,2x_3 &= 0,3 \\ 0,4x_1 + 0,3x_2 + 0,5x_3 &= 0,1 \\ 0,5x_1 + 0,4x_2 + 0,3x_3 &= 0,6 \\ x_1 + x_2 + x_3 &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$F(x) = 3x_1 + x_2 + 4x_3 \Rightarrow \min \quad (2) \quad x_j \geq 0, \quad j=1,3 \quad (3)$$

a)  $F_0(x) = -2M + 3,$

b)  $F_0(x) = \frac{1}{2}M + \frac{3}{2},$       d)  $F_0(x) = \frac{5}{3}M + \frac{1}{2},$

c)  $F_0(x) = \frac{3}{2}M + \frac{1}{2},$       e)  $F_0(x) = \frac{1}{2}m + \frac{3}{2}$

55. Amaliy matematikaning yo'nalishlarini aniqlang.

- a) chiziqsiz programmashtirish;
- b) o'yinlar nazariyasi;
- c) stoxastik programmashtirish;
- d) butun sonli programmashtirish;
- e) chiziqli programmashtirish.

56. Yechimlar sohasini aniqlang, agar soha quyidagi cheklanishlar an berilgan bo'lsa.

$$\left. \begin{array}{l} L_1 \rightarrow 3x_1 - 4x_2 \leq 12 \\ L_2 \rightarrow x_1 + 3x_2 \geq 6 \end{array} \right\} \text{ va } \left. \begin{array}{l} x_1 = 5 \\ x_2 = 3 \end{array} \right\} \text{ chiziqlar bilan, } \left. \begin{array}{l} x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{array} \right\}$$

- a) to'rtburchak;
- b) oltiburchak;
- c) uchburchak;
- d) o'n burchak;
- e) soha mavjud emas.

57. Simpleks usuli yordamida qanday masalalar yechiladi?

- a) taqsimot masalalari;
- b) geometrik masalalar;
- c) mahsulot ishlab chiqarish masalalari;
- d) sarius masalasi;
- e) uchburchaklar masalasi.

58. Amaliy matematikaning yo'nalishlarini aniqlang:

- a) butun sonli programmashtirish;
- b) dinamik programmashtirish;
- c) matematik programmashtirish;
- d) stoxastik programmashtirish;
- e) chiziqli programmashtirish.



59. Korxonalarning mahsulot ishlab chiqarishini optimallashtirish masalasini aniqlang:

- a) differensial renta;
- b) eng kichik kvadratlar usuli;
- c) taqsimot usuli;
- d) bichish masalasi;
- e) min  $C_{ij}$  usuli.

60. Yechimlar sohasini aniqlang, agar soha

$$\begin{cases} 3x_1 - 4x_2 \leq 12 \\ x_1 - 3x_2 \geq 6 \end{cases} \text{ ba } x = 5$$

shartlari bilan chegaralangan bo'lsa,  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$ .

- a) beshburchak;
- b) uchburchak;
- c) to'rtburchak;
- d) oltiburchak;
- e) mavjud emas.

61. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasida optimal yechim qanday ko'rinishda bo'ladi?

- a) uchburchak;
- b) to'rtburchak;
- c) vektor;
- d) vektorlar;
- e) aniq son ko'rinishida.

62. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida nechta cheklanishlar sistemasi bo'lishi mumkin?

- a) bitta;
- b) beshta;
- c) to'rtta;
- d) ikkita;
- e) uchta.

63. Simpleks usuli yordamida  $F_0(x)$  maqsad funksiya qiymatini hisoblang:

$$\left. \begin{array}{l} -5x_1 + 3x_2 \leq 15 \\ 4x_1 - x_2 \leq 4 \\ 20x_1 + 5x_2 \geq 20 \end{array} \right\} F(x) = 21x_1 + 14x_2 \Rightarrow \max, \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0,$$

ya'ni IMM berilgan bo'lsa,

- a)  $F_0(x)=0$ ;
- b)  $F_0(x)=230$ ;
- c)  $F_0(x)=300$ ;
- d)  $F_0(x)=361$ ;
- e)  $F_0(x)=380$ .

64. O'yinlar nazariyasida masala yechganda nechta egar nuqta bo'lishi mumkin?

- a) cheklanmagan;
- b) bir nechta;
- c) yarimta;
- d) to'rtadan uchta;
- e) uchdan bitta.

65. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida bazis yechimning aniq model qiymatlarini hisoblash mumkinmi?

- a) qariyb mumkin;
- b) mumkin emas;
- c) balkim;
- d) mumkin;
- e) ba'zan.

66. Minimum masalasini aniqlang.

- a) qorishma masalasi;
- b) assortiment bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish;
- c) qo'shma masala;
- d) stoxastik masala;
- e) dinamik masalalar.

67. O'yinlar nazariyasida optimal strategiya qaysi usulda aniqlanadi?

- a) egar nuqta usuli;
- b) matematik usul yordamida;
- c) grafik;
- d) almashtirish;
- e) tanlash.

68. Qaysi masala simpleks usuli yordamida yechiladi?

- a) tolalar qorishmasi;
- b) taqsimot;
- c) talabni qondirish;
- d) korxonalarni joylashtirish;
- e) statistik masalalar.

69. Optimal yechim  $x^*=X(x_1, x_2, \dots, x_n)$  nimani qanoatlantiradi?
- cheklanishlarni,
  - maqsad funksiyasini,
  - ikkovini ham,
  - boshlang'ich qiymatlarni,
  - hech qaysini.
70. Bazis yechim  $x^*=X(x_1, x_2, \dots, x_n)$  nimani qanoatlantiradi?
- cheklanishlarni,
  - $F(x)$  ni,
  - ikkovini,
  - boshlang'ich qiymatlarni,
  - hech qaysini.
71. Tengsizlik  $2x_1 - 5x_2 + 6 \leq 0$  qaysi yarimtekislikni aniqlaydi?
- chetki,
  - o'ng tomondagi,
  - ostki,
  - yuqori,
  - birinchi chorakni.
72. Modelning turini aniqlang  $\sum_i a_i > \sum_j b_j$
- ochiq,
  - yopiq,
  - yarim yopiq,
  - balansi buzuvchi,
  - yarim ochiq.
73. Qanday formada IMM.  $AX=B, x \geq 0, F(x)=CX \Rightarrow \max$  berilgan?
- doimiy,
  - yig'indi,
  - mahsulot ishlab chiqarish ko'rinishida,
  - matritsa ko'rinishida,
  - o'zgaruvchan.
74. Cheklanishlar  $x_1 + x_2 \leq 3, x_1, x_2 \geq 0$  berilgan bo'lsa, qanday sohani ifodalaydi?
- to'rtburchak,
  - uchburchak,
  - yarimtekislik,



- d) kub;
- e) konus.

75. Modellashtirish bo'lmagan usulni aniqlang.

- a) fizikaviy modellashtirish;
- b) geometrik;
- c) jadval;
- d) matematik modellash;
- e) iqtisodiy-matematik.

76. Qaysi tipdagi masalani IMM ifodalaydi?

$$\sum_j x_{ij} = a, \sum_i x_{ij} \leq b_i, x_{ij} \geq 0, \sum_{ij} S_{ij} x_{ij} \Rightarrow \min$$

- a) simpleks masalasi modelini;
- b) ko'rsatkichli IMM;
- c) taqsimot masalasi modelini;
- d) mahsulot ishlab chiqarish modelini;
- e) joylashtirish masalasini IMM.

77. Chiziqsiz programmalashtirish usulini aniqlang.

- a) dinamik;
- b) chiziqli;
- c) grafik usuli;
- d) matematik usul;
- e) iqtisodiy matematik.

78. Chiziqli programmalashtirish masalasini grafik usulida yechganda eng oz bo'lgan noma'lumlar sonini aniqlang:

- a) bitta;
- b) ikkita;
- c) uchta;
- d) to'rtta;
- e) beshta.

79. Mahsulot ishlab chiqarish masalasini yechganda birlik (E) matritsaning tartibi nimaga bog'liq bo'ladi?

- a) tenglama soniga;
- b) tengsizlik soniga;
- c) cheklanishlarga qatnashgan tengsizliklarning soniga;
- d) koordinata o'qining boshiga;
- e) to'g'ri javob yo'q.

80. Tengsizlik nimani ifodalaydi?  $x_1 + 2x_2 + 3 \leq 0$

- a) aylanani;
- b) chiziqni;
- c) to'g'ri chiziqni;
- d) yarimtekislikning yuqori qismini;
- e) uchburchakni.

81. Yechimlar sohasi mavjudmi, agar cheklanishlar berilgan bo'lsa:

$$x_1 + x_2 \leq 0, x_1 - x_2 \leq 0$$

- a) ha;
- b) yo'q;
- c) ha, yo'q;
- d) balkim;
- e) ba'zan.

82. Modellashtirish usullari bo'lmaganini aniqlang

- a) fizikaviy modellashtirish;
- b) geometrik modellashtirish;
- c) jadvalli modellashtirish;
- d) matematik modellashtirish;
- e) iqtisodiy-matematik modellashtirish.

83. Mahsulot ishlab chiqarish masalaning modelini ifodalaydimi?

$$\sum_j a_{ij}x_j \leq b_i, x_j \geq 0, \sum_j C_jx_j \Rightarrow \max$$

- a) mumkin;
- b) ha;
- c) ba'zan;
- d) yo'q;
- e) ha, yo'q.

84. Simpleks usuli yordamida qanday masalalar yechilmaydi?

- a) stoxastik;
- b) taqsimot;
- c) statistik;
- d) joylashtirish;
- e) hamma javob to'g'ri.

85. Tengsizlik nimani ifodalaydi:  $a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \leq 0$

- a) to'g'ri chiziqni;
- b) egri chiziqni;

- c) tekislikni;
- d) gipertekislikni;
- e) aylanani.

86. Model qaysi ko'rinishda berilgan.  $AX \leq V, X \geq 0, F(x) = CX \Rightarrow \max$

- a) logarifmik;
- b) doimiy;
- c) uchburchakli;
- d) matritsa formasida;
- e) kvadratli.

87. Qaysi masalaning IMM  $\sum_j a_{ij}x_j \leq b_i, x_j \geq 0, F(x) = \sum_j C_jx_j \Rightarrow \max$

- a) joylashtirish;
- b) taqsimot;
- c) uchburchakli;
- d) mahsulot ishlab chiqarish masalasi;
- e) reklamali.

88. Mahsulot ishlab chiqarish masalasining optimallashtirish usulini qilang.

- a) statistik usul;
- b) Fogel;
- c) potentsial;
- d) iteratsiya usuli;
- e) simpleks usul.

89. Bazis yechimni aniqlaydigan usulni ifodalang:

- a) shimoliy-g'arbiy;
- b) potentsial;
- c) taqsimot;
- d) differensial renta;
- e) grafik usuli.

90. Chiziqsiz programmashtirish usulini aniqlang:

- a) dinamik programmashtirish;
- b) chiziqli;
- c) grafik;
- d) matematik;
- e) iqtisodiy-matematik programmashtirish.



91. Optimal yechim cheklanishlarni qanoatlantiradimi?

- a) ha;
- b) yo'q;
- c) IMM ni;
- d) qariyb;
- e) balkim.

92. IMMning aniq qimmatidan boshlang'ich maqsad funksiyani aniqlash mumkinmi?

- a) qariyb;
- b) yo'q;
- c) balkim;
- d) ha;
- e) jadval orqali.

93. Qaysi bir figura ekstremal masalani aniqlash sohasini ifodalaydi?

- a) chiziqli;
- b) tekislik;
- c) uchburchakli soha;
- d) tetraedr;
- e) kub soha.

94. Simpleks usuli qaysi turdagi masalalarni optimallashtirishda qo'llaniladi?

- a) qorishma masalasida;
- b) taqsimot masalasida;
- c) talabni qondirish masalasida;
- d) korxonalarni o'rinashtirish;
- e) statistik masalalarda.

95.  $u = a_0 + a_1x$  regressiya tenglamasidagi  $a_0$  parametr quyidagilarni bildiradi:

- a) hisobga olingan faktorlarning o'rtacha ta'sirini;
- b) faktor X bir birlikka ortganida natijaviy belgi qanchaga o'zgarishini;
- c) tadqiqot uchun ajratilgan x faktorlarning natijaviy belgi u ga o'rtacha ta'sirini;
- d) natijaviy belgi bir birlikka ortganda faktor ko'rsatkich x o'rtacha o'zgarishini;
- e) to'g'ri javob yo'q.

96.  $u = a_0 + a_1 x$  regessiya tenglamadagi  $a_1$  parametr quyidagilarni bildiradi:

- a) hisobga olinmagan faktorlarning natijaviy belgi  $u$  ga o'rtacha ta'sirini;
- b) faktor  $X$  bir birlikka ortganda, natijaviy belgi  $u$  o'rtacha qanchaga o'zgarishini;
- c) tadqiqot uchun ajratilgan  $x$  faktorning natijaviy belgi  $u$  ga o'rtacha ta'sirini;
- d) natijaviy belgi bir birlikka ortganda, faktor ko'rsatkich ( $x$ ), o'rtacha qanchaga o'zgarishini;
- e) to'g'ri javob yo'q.

97. Determinatsiya indeksi  $R^2$  quyidagilarni xarakterlaydi:

- a) regessiya chizig'ining emperik ma'lumotlarga maksimal yaqinligini;
- b) regessiya chizig'ining yaxshi tanlanganini;
- c) approksimatsiyaning o'rtacha xatosini;
- d) natijaviy belgi  $u$ -ning emperik qiymatlarining hisoblangan ux qiymatlariga nisbatan tebranishini;
- e) natijaviy belgi  $u$  ning umumiy o'zgarishini qancha qismi  $x$  faktor ta'siricha yuzaga kelganini.

98. Variatsiya ko'rsatkichiga  $\delta^2 y = \sum (y_i - \bar{y})^2 / n$  nimani ifodalaydi?

- a)  $X$  faktordan boshqa faktorlarga bog'liq bo'lgan  $u$  natijaviy belgi variatsiyasini ifodalovchi qoldiq dispersiya;
- b) faktor ko'rsatkichining dispersiyasi;
- c) natijaviy belgi  $u$  ning umumiy dispersiyasi;
- d) natijaviy belgi  $u$  ning faktor dispersiyasi;
- e) barcha javoblar to'g'ri.

99. Variatsiya ko'rsatkichi  $\delta^2_x \sum (y_i - \bar{y})^2 / n$  nimani ifodalaydi?

- a)  $X$  faktordan boshqa faktorlarga bog'liq bo'lgan  $u$  natijaviy belgi variatsiyasini ifodalovchi qoldiq dispersiya;
- b) faktor ko'rsatkichning dispersiyasi;
- c) natijaviy belgi  $u$  ning umumiy dispersiyasi;
- d) natijaviy belgi  $u$  ning faktor dispersiyasi;
- e) barcha javoblar noto'g'ri.

100. Noto'g'ri javobni aniqlang. Modelning adekvatligi kriteriysi sifatida qo'llaniladi

- a) determinatsiya indeksi  $R^2$ ;
- b) qoldiq dispersiya;

- c) bog'liqlik zichligi ko'rsatkichi;
- d) o'rtacha eng kichik xatolik ko'rsatkichi  $\epsilon$ ;
- e) barcha javoblar noto'g'ri.

101. Model nima? Ta'rifi:

- a) paraxodning modeli;
- b) inshootning modeli;
- c) jarayon va hodisalarning xossalari biron modda bilan solishtirish tavsifi;
- d) jarayon va hodisalarning asosiy xossa va xususiyatlarining tavsifidir;
- e) to'g'ri javob yo'q.

102. Masalaning algoritmi nima?

- a) o'zgaruvchilarning ketma-ket hisoblanishi;
- b) sonlarning ketma-ketligi;
- c) amallarning ketma-ket bajarilishi kim masalaning oxiriga olib kelsa;
- d) amallarning ketma-ket bajarilishi yechimga olib kelishiga;
- e) to'g'ri javob yo'q.

103. Jarayonlarning bog'lanishini modellashtirishi deb - ...

- a) grafisini chizishiga;
- b) jadval qiymatlarini aniqlashiga;
- c) jarayon xossalari aniqlashga;
- d) modelni tuzish protsessiga aylanadi;
- e) to'g'ri javob yo'q.

104. Programmalashtirish tili hisoblanmaydi...

- a) beysik;
- b) fortran;
- c) vord;
- d) paskal;
- e) si.

105. Mikromodellarga ... misol bo'la oladi.

- a) innovatsion loyihalardan olinadigan foyda;
- b) yalpi milliy mahsulot;
- c) mahsulotni ishlab chiqarishning vaqt bilan bog'laganligi;
- d) respublika bo'yicha pul aylanish tezligi;
- e) to'g'ri javob yo'q.

106. Makromodelning mikromodeldan farqi nimada?

- a) to'g'ri chiziqni ifodalashida;



- b) egri chiziqni ifodalashida;
- c) miqyosida;
- d) hajmida;
- e) brigada ko'rsatkichi bo'lgani uchun.

107. Algoritm blok-sxemasining asosiy belgilariga kirmaydi:

- a) hisoblash belgisi;
- b) boshlanish;
- c) o'chirish;
- d) shartli tekshirish;
- e) informatsiyalarni xotiraga kiritish.

108. Programma nimaning asosida tuziladi?

- a) jadval asosida;
- b) so'z asosida;
- c) yozuv asosida;
- d) masalaning qo'yilishi asosida;
- e) hammasi noto'g'ri.

109. O'zgaruvchilarni belgilashda xatoni ko'rsating:

- a) x [I], y [I]; REAL;
- b) x, y:REAL;
- c) x, y: INTIGER;
- d) x, y:ARRAY (1...10) OF REAL;
- e) to'g'ri javob yo'q.

110. Qaysi programmalashtirish tilida *for I 1 antil N Do* - sharti tekshirish operatori qo'llaniladi?

- a) Si;
- b) Fortran;
- c) Avtokod;
- d) Paskal;
- e) to'g'ri javob yo'q.

111. O'zgaruvchilarga o'rin (yacheyka) programmaning qayerida ajratiladi?

- a) programmaning oxirida;
- b) programmaning podprogrammasida;
- c) programmaning o'rtasida;
- d) programmaning boshlanishida;
- e) programma siklining ichida.

112. Operator to'g'ri yozilgan:

- a) WRITELN ('AX=;AX:5:1');
- b) WRITELN ('AX="AX:5:1');
- c) WRITELN ('AX=;AX:5:1');
- d) WRITELN ('AX=;AX:5:1');
- e) to'g'ri javob yo'q.

113. O'zgaruvchilarni quyidagicha belgilash mumkin:

- a) 3A;
- b) 2A;
- c) AX;
- d) 1/AX;
- e) A/X.

114. Programmada o'zgaruvchilarni ifodalashdan asosiy maqsad:

- a) ularning turini aniqlash;
- b) hisoblashlarda foydalanish;
- c) bosmaga chiqarish;
- d) ularga (yacheykalar) o'rin ajratish;
- e) to'g'ri javob yo'q.

115. Integrator qurilmasi qaysi amalni bajaradi?

- a) hisoblashni;
- b) o'zgaruvchilarni qurish;
- c) differensiallash;
- d) integrallash;
- e) to'g'ri javob yo'q.

116. Modellashtirishdan asosiy maqsad?

- a) programma tuzish;
- b) jarayonlarning bog'lanishini aniqlash;
- c) natijani ifodalash;
- d) jarayonlar bog'lanishining o'zgarish qonuniyatini aniqlash;
- e) to'g'ri javob yo'q.

117. Modellashtirish quyidagi fanlarda qo'llanilmaydi:

- a) iqtisodiyotda;
- b) statistikada;
- c) matematikada;
- d) astrologiyada;
- e) fizikada.

118. Matematik modelning nisbiy xatosi...

- a)  $\eta_1 = \sum_{i=1}^n \frac{y_{\phi} - y_u}{y_{\phi}};$
- b)  $\eta_1 = \sum_{i=1}^n \frac{y_{\phi} - y_u}{y_u} \cdot 100\%;$
- c)  $\eta_1 = \frac{1}{n} \sum \frac{y_u - y_{\phi}}{y_{\phi}} \cdot 100\%;$
- d)  $\eta_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_u - y_f|}{y_f} \cdot 100\%;$
- e) to'g'ri javob yo'q.

119. Korrelatsiya koeffitsiyenti kerak:

- a) matematik modelni baholashda;
- b) kovariatsiyani hisoblash uchun;
- c) dispersiyani hisoblash uchun;
- d) nisbiy xatoni hisoblashda;
- e) protsentni hisoblashda.

120. Modellashtirish bosqichlarining soni:

- a) uchta;
- b) to'rtta;
- c) beshta;
- d) oltita;
- e) yettita.

121. Kobb-Dauglas modelida  $x_1 + x_2$  parametrlarning yig'indisi teng

- a)  $a_1 + a_2 = 5;$
- b)  $a_1 + a_2 = 2;$
- c)  $a_1 + a_2 = 3;$
- d)  $a_1 + a_2 = 1;$
- e)  $a_1 + a_2 = 4.$

122. Bir o'zgaruvchi chiziqli modelda parametrlar soni teng bo'ladi:

- a) birga;
- b) ikkiga;
- c) uchga;
- d) to'rtta;
- e) beshga.



123. Ko'p o'zgaruvchi chiziqli matematik modelda parametrlar soni teng...

- a) birga;
- b)  $n$  taga;
- c)  $(n+1)$  taga;
- d)  $(n+2)$  taga;
- e)  $(n+3)$  taga.

124. Iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarining turlarini aniqlang.

- a) differensialli;
- b) grafikli;
- c) aylanali;
- d) statistik;
- e) integralli.

125. Firma korxonasining jarayonlari orasidagi bog'lanishlar quyidagi model bilan ifodalanadi:

- a) integralli;
- b) egri chiziqli;
- c) optimizatsion;
- d) grafikli;
- e) to'g'ri javob yo'q.

126. Ko'p o'zgaruvchidan bog'liq bo'lgan matematik model baholanadi...

- a) nisbiy xato bilan;
- b) determinatsiya koeffitsiyenti bilan;
- c) determinant bilan;
- d) ko'p o'zgaruvchi korrelatsiya koeffitsiyenti bilan;
- e) korrelatsiya koeffitsiyenti bilan.

127. Matematik model orqali yechiladi...

- a) integral;
- b) tenglama;
- c) bashorat masalasi;
- d) optimizatsion masala;
- e) to'g'ri javob yo'q.

128. Quyidagi o'rtacha qiymat bo'la oladi

- a) o'rtacha geometriya;
- b) o'rtacha geometrik;

- c) o'rtacha matematik;
  - d) o'rtacha piramida;
  - e) o'rtacha yo'l.
130. Quyidagi o'rtacha qiymat bo'lolmaydi...
- a) o'rtacha arifmetik;
  - b) o'rtacha geometrik;
  - c) o'rtacha garmonik;
  - d) o'rtacha yo'l;
  - e) o'rtacha son.
131. Hosilaning xususiy hosiladan farqi...
- a) katta harf bilan yozilishida;
  - b) o'zgaruvchi bilan yozilishida;
  - c) bitta o'zgaruvchi bilan yozilishida;
  - d) ko'p o'zgaruvchidan bog'liq bo'lishida;
  - e) kasr bilan yozilishida.
132. Ekzogen o'zgaruvchi bo'la...oladi...
- a) darajali o'zgaruvchi;
  - b) karrali o'zgaruvchi;
  - c) erkin o'zgaruvchi;
  - d) ko'p o'zgaruvchi;
  - e) bir o'zgaruvchi.
133. Regression tenglamaning adekvatligini baholash uchun...  
dalaniladi.
- a) o'rta arifmetikdan;
  - b) korrelatsiya koeffitsiyentidan;
  - c) nisbiy xatodan;
  - d) determinatsiya koeffitsiyentidan;
  - e) hech qaysidan foydalanib bo'lmaydi.
134. Parametrlarga nisbatan chiziqli bo'lgan modellardagi parametrlarni  
qlashda nima tuziladi?
- a) tenglama tanlanadi;
  - b) hosila olish kerak;
  - c) tenglamalar sistemasini tuzish kerak;
  - d) differensiallash kerak;
  - e) to'g'ri javob yo'q.

135. Matematik model tanlashning asosiy kriteriysi...

- a) o'рта qiymatlarni aniqlash;
- b) funksiyalarning qiymatlarini argument qiymatlariga nisbatan aniqlash;
- c) ayirmalarning eng kichigini tanlash;
- d) xususiy hosilalarni aniqlash;
- e) ayrimlarini hosil qilish.

136. O'rtacha qiymatlar usulida matematik model tanlash quyidagidan bog'liq...

- a) o'zgaruvchilar soniga;
- b) argument soniga;
- c) funksiyaning grafik ko'rinishiga;
- d) tenglama soniga;
- e) to'g'ri javob yo'q.

137. Matematik modelni tanlangan nuqtalar usulida aniqlash quyidagiga bog'liq:

- a) o'zgaruvchilar soniga;
- b) argument soniga;
- c) funksiya soniga;
- d) tenglamalar soniga;
- e) tanlangan nuqtalarga.

138. Iqtisodiy jarayonlarni quyidagi usulda aniqlangan matematik model adekvat ifodalaydi:

- a) tanlangan nuqtalar usuli;
- b) o'rtacha qiymatlar usuli;
- c) eng kichik kvadratlar usuli;
- d) grafik usul;
- e) geometrik usul.

139. Firma korxonasining mahsulot ishlab chiqarish masalasining IMM-da cheklanishlar sistemasi... ifodalaydi.

- a) to'g'ri chiziqni;
- b) egri chiziqni;
- c) parabolalarni;
- d) yarim tekisliklarning to'plamini;
- e) ko'pburchakli yechimlar sohasini.



140. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida musbatlik shartining iqtisodiy ma'nosini aniqlang.

- a) mahsulot ishlab chiqarilmaydi;
- b) mahsulot ishlab chiqarishi rejaga kiritilgan;
- c) noma'lumlar ikkinchi chorakda;
- d) noma'lumlar uchinchi chorakda;
- e) to'g'ri javob yo'q.

141. Yechim  $x=x^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  optimal yechim hisoblanadi:

- a) agar yechim musbatlik shartni qanoatlantirsin;
- b) agar yechim cheklanishlarni qanoatlantirsa;
- c) agar yechim cheklanishlar va maqsad funksiyani qanoatlantirsa;
- d) agar yechim maqsad funksiyani qanoatlantirsa;
- e) to'g'ri javob yo'q.

142. Yechim  $x=x^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  bazis yechim hisoblanadi, agar:

- a) yechim musbatlik shartini qanoatlantirsa;
- b) yechim cheklanishlarni qanoatlantirsa;
- c) yechim cheklanishlar va maqsad funksiyani qanoatlantirsa;
- d) yechim tenglamani qanoatlantirsa;
- e) yechim tengsizlikni qanoatlantirsa.

143. Firma korxonasining *IMM* yechishda ishlab chiqarish texnologiyasi quyidagi holatda bo'ladi:

- a) o'zgaradi;
- b) ham o'zgaradi, ham o'zgarmaydi;
- c) o'zgarmaydi;
- d) turg'un holatda bo'ladi;
- e) hammasi noto'g'ri.

144. Normal vektorning koordinatalari quydagiga teng:

- a)  $(a_n, a_{21})$ ;
- b)  $(b_1, b_2)$ ;
- c)  $(a_{12}, a_{13})$ ;
- d)  $(c_1, c_2)$ ;
- e)  $(x_1, x_2)$ .

145. Normal vektorining yo'nalishi...aniqlanadi.

- a) sistemadagi ozod hollaridan;
- b) sistemadagi noma'lumlar oldidagi koeffitsiyentlaridan;
- c) maqsad funksiya noma'lumlari oldidagi koeffitsiyentlardan;
- d) noma'lumlarning musbatlik shartidan,

e) qo'yilgan masalaning shartidan.

146. Maqsad funksiya chizig'inini ko'rinishi...

- a) egri chiziq;
- b) parabola;
- c) to'g'ri chiziq;
- d) giperbola;
- e) logarifmik funksiya chizig'i ko'rinishiga o'xshash.

147. Firma korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini grafik usulda yechganda tengsizliklar soni...teng bo'ladi.

- a) birga;
- b) ikkiga;
- c) m-taga;
- d) uchtaga;
- e) cheklanmagan bo'lishi mumkin.

148. Grafik usulda yechim aniq qiymatga ega bo'ladi, agar:

- a) ko'pburchakli yechimlar sohasi  $D$  ochiq soha bo'lsa;
- b) ko'pburchakli yechimlar sohasi  $D$  yopiq soha bo'lsa;
- c) ko'pburchakli yechimlar sohasi yuqoridan cheklangan bo'lsa;
- d) soha mavjud emas;
- e) yarimtekislik nuqtaga aylansa.

149. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida yarimtekisliklarni quyidagi usulda aniqlab bo'lmaydi...

- a) to'g'ri chiziq tenglamasini kesmalarcha ko'rinishga keltirib tiziladi;
- b) to'g'ri chiziqni ikkita nuqtasini topib uni chizish mumkin;
- c) parabola ko'rinishida yozib nuqtalar orqali ifodalab chiziladi;
- d) to'g'ri chiziqni koordinatalar o'qi bilan kesishgan nuqtalari orqali;
- e) to'g'ri javob yo'q.

150. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida cheklanishlardagi tenglamalarning burchak koeffitsiyenti aniqlanadi:

- a) to'g'ri chiziqning  $y$  lar o'qi bilan hosil qilingan burchagini tangensini;
- b) to'g'ri chiziqning ikkinchi to'g'ri chiziq bilan hosil qilgan burchagining tangensi;
- c) to'g'ri chiziqning  $x$ -lar o'qiga parallellikdan hosil qilgan burchagining tangensi;
- d) to'g'ri chiziqning  $x$  lar o'qi bilan hosil qilgan burchagining tangensi;
- e) to'g'ri javob yo'q.

# Test javoblari

|       |       |       |        |        |
|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1- C  | 31- C | 61- E | 91- C  | 121- D |
| 2- D  | 32- E | 62- A | 92- D  | 122- B |
| 3- B  | 33- B | 63- A | 93- C  | 123- B |
| 4- D  | 34- A | 64- B | 94- A  | 124- D |
| 5- A  | 35- A | 65- D | 95- E  | 125- C |
| 6- C  | 36- E | 66- A | 96- C  | 126- D |
| 7- D  | 37- D | 67- B | 97- A  | 127- D |
| 8- C  | 38- B | 68- A | 98- D  | 128- B |
| 9- A  | 39- C | 69- C | 99- A  | 129- B |
| 10- B | 40- A | 70- A | 100- C | 130- D |
| 11- A | 41- A | 71- D | 101- D | 131- D |
| 12- C | 42- E | 72- A | 102- D | 132- C |
| 13- C | 43- D | 73- D | 103- D | 133- B |
| 14- B | 44- C | 74- B | 104- C | 134- C |
| 15- A | 45- B | 75- C | 105- C | 135- C |
| 16- D | 46- D | 76- C | 106- C | 136- D |
| 17- B | 47- E | 77- A | 107- C | 137- D |
| 18- C | 48- D | 78- B | 108- D | 138- C |
| 19- D | 49- B | 79- C | 109- A | 139- E |
| 20- A | 50- C | 80- D | 110- B | 140- B |
| 21- B | 51- B | 81- B | 111- D | 141- C |
| 22- D | 52- B | 82- C | 112- A | 142- B |
| 23- D | 53- D | 83- B | 113- C | 143- C |
| 24- A | 54- A | 84- E | 114- D | 144- D |
| 25- D | 55- B | 85- D | 115- D | 145- C |
| 26- B | 56- A | 86- D | 116- B | 146- C |
| 27- C | 57- C | 87- D | 117- D | 147- B |
| 28- B | 58- B | 88- B | 118- D | 148- B |
| 29- C | 59- D | 89- A | 119- A | 149- E |
| 30- C | 60- E | 90- A | 120- D | 150- D |



## Xulosa

Har tomonlama nuqtai nazardan, odamlarning hayot va faoliyatida qaror qabul qilish o'ta muhim bo'lgan va shunday bo'lib qoladi. Iqtisodning ba'zi bir ta'rifida shunday ifodalangan: «Iqtisod bu doimiy izlanish va harakatning optimal usulini tanlashdir». Yaxshi resurslardan foydalanish, bo'lgan imkoniyatlarni tanlash, doimiy izlanish iqtisodning afzalroq yo'nalishini tanlab qaror qabul qilish — buning hammasi, iqtisodni boshqarish mazmunini tashkil etadi, shunday qilib bularning hammasi iqtisod va biznesda optimal yechimlarni tanlashga keltiradi. Qabul qilingan qarorning effektivligidan ishlab chiqarish texnologik va iqtisodning sotsial sohasiga bog'liq hisoblanadi. Qaror qabul qilish har xil yondashishlarga ega: psixologik yondashish, analog usul asosida, induktiv yondashish, avvalgi tajribalar asosida, to'g'ri fikr yuritish asosida qaror qabul qilish mumkin. Lekin iqtisodda ishlab chiqarish texnologiyasida, moliya sohasida, biznes va boshqa xo'jalik sohasida yuqorida ifodalangan usullar asosida boshqarishda xususan qarorlarni qabul qilish ozroq effektga ega, ba'zan esa xatolikka yo'l qo'yish ham mumkin. Bozor iqtisodiyoti murakkab xarakterga ega ekanligi sababli, qaror qabul qilishni asoslashda talablar qo'yishni talab qiladi, lekin yuqoridagi usullarni absolut ravishda qo'llash mumkin emas, deyish xato bo'ladi. Bu jiddiy talablarni bajarishning asosiy yo'li, matematik usullarni qo'llash asosida qaror qabul qilish hisoblanadi. Darhaqiqat, hozirgi zamon iqtisodiy fani iqtisodiy jarayonlarni matematik modellashtirishga asoslangan bo'lib, unda qo'llaniladigan matematik til esa, iqtisodiy fakt va qonuniyatlarni to'liq ifodalay oladi.

Ishlab chiqarishning biror sohasi bo'yicha tegishli qaror qabul qilish uchun avval obyektning qonuniyati har tomonlama tahlil etiladi, axborotlar to'planiladi, ya'ni informatsion texnologiyalarni qo'llab jarayonlarni iqtisodiy - matematik modellari tuziladi. Biron usullardan foydalanib, programmalashtirish tillarida EHM da dasturlar tuziladi, natija iqtisodiy tahlil etiladi va boshqarish masalasi yechiladi.

Oxirgi vaqtlarda korxonalarni butunlay xususiy lashtirilgan vaqtda — murakkab bozor iqtisodiyoti sharoitida faoliyat olib boruvchi subyektlarning samarali xatti-harakatlari ularning bozor konyunkturasini yaxshi tahlil qila olishlari va kerakli qaror qabul qilishlariga bog'liqdir. Buning uchun ular o'zlarining turli sharoitlarini har tomonlama iqtisodiy tahlil qila olishlari kerak. Bularga mavjud mablag'lardan qanday mahsulotlarni qancha ishlab chiqarish, qayerda va kimga, qanday baholarda sotish kerakligini aniqlashni o'rgatadi.

Bu fan butun dunyodagi iqtisodiy sistemalarning turli yo'nalishlarini matematik modellar yordamida tahlil etishni o'rgatadi. Bunda jumladan,

mehnat unumdoligini oshirish, xomashyodan samarali foydalanish, milliy  
aromad, ish bilan bandlik, ist'emol, jamg'armalar, investitsiya  
o'rsatkichlari dinamikasini Tahlil etish va oldindan aytib berish kabi  
iqtisodiy masalalar uchun modellar tuzish usullari ko'rsatiladi.

O'zbekiston mustaqillikka erishgandan so'ng iqtisodiy ahvolimiz  
mutunlay o'zgardi. Oldimizda bir-biridan murrakab bo'lgan masalalarni  
hal etish vazifasi turibdi. Masalan, mahsulot sifatini dunyo darajasiga  
yetaqtarish va dunyo bozoriga chiqish, oziq-ovqat mahsulotlarini  
amlatatimiz ehtiyoji darajasida yetishtirish, qimmatbaho qog'ozlar  
yozorini rivojlantirish va h.k. Bu vazifalarni bajarishda matematik  
odellashtirish usullaridan foydalanish asosli, puxta o'ylangan qadam  
shlashga imkon beradi. Shu tufayli ta'lim sohasida matematik  
odellashtirishga e'tibor kuchaydi, hatto, kollej va litseylar darsliklariga  
im iqtisodiy masalalarni modellashtirish asoslarini o'rganish kiritildi.



## ADABIYOTLAR

1. Shodiyev T.SH. va boshq. «Ishlab chikarishni rejalashtirishda matematik usullar». T.: O'zbekiston. 1995 y.

2. Терехов Л.Л. «Экономико-математические методы и прикладные модели» Учебное пособие для ВУЗов, ЮНИТИ - 1999 г.

3. Gulomov S.S. va boshq. Bozor iktisodiyoti modellari. T.: TDIU, 1995 y.

4. Shodiyev T.SH. va boshq. Ekonometrika. T.: Sharq kons., 1999 y.

5. M.SH. Zokirova, A.A. Abdugafforov "Iqtisodiy modellashtirish amaliyoti" T.: "O'zbekiston", 1999 y.

6. A.O'lmasov, M.Sharifxo'jayev "Iqtisodiyot nazariyasi" T.: "Mehnat" 1995 y.

7. D.Muxitdinov, SH.Abdullayeva "Marketing kak novyy metod organizatsii i upravleniya promyshlennostyu" T.: "Mehnat", 1992 g.

8. A.B.Kabulov, O.T.Kenjaboyev "Baholashda iqtisodiy matematik usullar va modellar" T.: "Fan", 1996 y.

9. N. Nosirov, SH. Abdullayeva "Marketing bozor iqtisodiyoti asoslari" T.: "O'zbekiston", 1994 y.

10. R.Gabbasov, F.Krilova. "Optimallashtirish usullari" T.: "Uzbekiston", 1995 y.

11. А.П.Градов, Б.Н.Иванова, К.Колнер, Под.ред. проф. Градова А.П. Санкт-Петербург, Специальная литература, "Экономическая стратегия фирмы." 2001 г.

12. В.Д.Камаева, "Экономическая теория" - М.: "Владос", 1999г.

13. T.X. Xolmatov, N.I. Taylakov Amaliy matematika dasturlash va kompyuterning dasturiy ta'minoti. T.: 2002 y.

14. Жданов С.А. «Методы и рыночная технология экономического управления» М.: 1999 г.

15. M.A.Nasritdinova, O. M. Ahmedov "Biznes strategiyasi" T.: "Shark", 1996 y.

16. Soliyev A., Usmonov R. "Marketing"- T.: "Ukituvchi", 1997 y.

17. T.Malikov, O.Olimjonov. "Moliya menejmenti" T.: "Akademiya", 1996 y.

18. SH.SH.Shohamidov "Amaliy matematik usullari".T.: «O'zbekiston» 2000 y.

19. F.B.Badalov, G.Shodmonov. "Matematik modellar va muhandislik masalalarni sonli yechish usullari". T.: "Fan", 2000 y.

20. Abdullayev O.M. i dr. "Metod sotsialnogo prognozirovaniya" T.:



«Uzbekistan» 1992 g.

21. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. "Математические методы в экономике". М.: 1999 г.

22. Самарский П.П. "Математическое моделирование". М.: 1988г.

23. Останчук Н.В. "Основы математического моделирования на предприятиях пищевой промышленности" М.: 1991г.

24. Блауг М. Экономическая мысль в ретроспективе / пер. с англ. — М.: Дело ЛТД, 1995.

25. Карлсон Р. Что знают экономисты // США, 1994, № 5.

26. Хайек Ф Погубная самодеятельность. Ошибки социализма / Пер. с англ. — М.: Новости, 1992.

27. Макконелл К., Брю С. Экономикс: Принципы, проблемы и политика / Перевод с англ. — М.: Республика, 1992.

28. Диллан Э., Линдеей Д. Рыок: микроэкономическая модель / Пер. с англ. — СПб: Автокомп., 1992. Гл. 2,5

29. Холт Р. Основы финансового менеджмента / Пер. с англ. М. Дело ЛТД, 1993.

30. Рекомендации межгосударственного статистического комитета СНГ по составлению ключевых счетов. — М. 1995

31. Харрисон Э. Система национальных счетов — инструмент интеграции экономической статистики // Информационный бюллетень статкомитета СНС. 1993, № 4 (7)

32. Фишер С., Дорибуш РП., Шмалензи Р. Экономика / пер. с англ. — М.: Дело ЛТД, 1993., Гл.30, 33

33. Abdullayev A., Muftaydinov K., Aybeshov X. Kichik biznesni boshqarish. Toshkent, Moliya, 2003.

34. Gulomov S.S. Tadbirkorlik va kichik biznes. «Sharq» nashriyot matbaa aksiyadorlik kompaniyasi bosh tahririyati. Toshkent, 2002.

35. Robert Pimdayk, Daniel Rubinfeld. Mikroiqtisod / ingliz tilidan tarjima. A.O'lmasov va boshkalar. Shark» nashriyot matbaa aksiyadorlik kompaniyasi bosh tahririyati. Toshkent, 2002

36. Sharifxo'djayev M., Abdullayev YO. Menejment. Toshkent, O'qituvchi, 2001.

37. Богданова Е.Л. Информационный маркетинг. Альфа. Санкт Петербург, 2000

38. Кобалев Н.Б. Практика применения экономико-математических методов и моделей. Москва. ЗАО Финстат. 2000.

40. Федосив В.В Эрнашвили Н.Д Экономико-математические методы и модели в маркетинге. Юнити .Москва 2001.

41. Iqtisodiy-matematik usullar va modellar. Ma'ruzalar matni. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti. Toshkent, 2000, G.A. Informatsionniy texnologii v marketinge. YUNITI, Moskva, 2000
42. Sergeyev A.A. Ekonomicheskiye osnovy biznes-planirovaniya. YUNITI, Moskva, 1999
43. Pardayev M. Iqtisodiy tahlil nazariyasi. Samarkand, Zarafshon, 2001.
44. Бездудный Ф.Ф. Павлов А.П. Математические методы, модели в планировании текстильной и легкой промышленности. Легкая индустрия. Москва 1979 г.
45. Лабскер Л.Г., Бабетко Л.О. Игровые методы в управлении экономикой и бизнесом. Дело. Москва 2001
46. Muminov SH.R. Matematik dasturlash. Texno-tasvir. Buxoro 2003.
47. Muminov SH.R. Iqtisodiy-matematik modellar va usullar. Texno-tasvir. Buxoro. 2002.
48. Muminov SH.R. Matematik modellashtirish va EXM-da dasturlash. Muallif. Buxoro. 2001
49. Safayeva K., Ikramov SH. "Matematik programmalashtirishda ma'ruzalar matnlari to'plami" T. T.M.I. 2001 y.
50. Срайвен. А. "Теория линейного целочисленного программирования" М. Мир 1996.
51. Кубонива М. Математическая экономика на персональном компьютере. — Москва, 1991.
52. К. Ahmedov, M. Mirzayeva Iqtisodiy matematik modellashtirish T. «Fan va texnologiya» - 2004.
53. «Экономико-математические методы и модели» Москва 2002 г. РУДН.

### QO'SHIMCHA ADABIYOTLAR

1. Экономико-математические методы и модели // Под общей редакцией проф. А.В. Кузнецова. Минск: БГЭУ, 1999.
2. Шинин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении М. Дело, 2000
3. Беренская Е.В., Бережная В.И. Математические методы моделирования экономических систем М: Финансы и статистика, М. 2001
4. Кочович Е. «Финансовая математика». Пер. с Серб. М: ФиС 1996
5. Клас Эклунд. «Эффективная экономика» Москва. Экономика 1991
- Н.Грегори Мэнкью «Макроэкономика» Изд. Московского Университета 1994



## GLOSSARIY (GLOSSERY)

**Aksiya egasining daromadi** — dividend stavkasi asosida yoki aksiyaning nominal bahosi asosida hisoblangan dividend.

**Amaliy o'yinlar** - turli ishlab chiqarish vaziyatlarida boshqaruvga oid xaridorlar qabul qilishga belgilangan qoidalar asosidagi o'yinlar vositasida tahlil qilish uslubi.

**Antagonistik o'yin (yoki ikki tomon o'yinida o'yinning yutug'i nolga teng)** - juftlik o'yin, bunda tomonlar qarama-qarshi maqsadlarga ega.

**Asosiy fondlarga kapital kiritish (fixed investment)**-bu asosiy fondlarga xarid davrida kiritiladigan investitsiyalarni avvalgi yilga qaraganda o'sishidir. U miqdor-asosiy fondlar qiymatini yilning hozirgi va boshidagi farqlar bilan aniqlanadi.

**Audit (audite)**-xo'jalik faoliyatini tekshirish, taftish va tahlil qilish.

**Auksion (auction)** - mahsus kimoshdi savdo bozorlari, tovarlarni talabgor xaridorlarga sotish usuli. Auksion savdo tovarlarining nisbatan cheklangan miqdori bo'yicha (mo'yna, choy, ho'l meva, sabzavot, baliq, zotli ot, badiiy asarmandchilik buyumlari, antiqa buyumlar va b.) o'tkaziladi. Auksion dindan e'lon qilingan vaqtda davriy: har kuni, har oyda, muayyan oylarda yoki yilda bir marta tovarlarning bozorga kelib tushish mavsumiga va hajmiga qarab o'tkaziladi. Xaridorlar savdo boshlanguniga qadar auksion omborlariga qo'yilgan tovar yoki uning namunasi (lot) bilan tanishadilar. Savdo vaqtida xaridorlar katalogda ko'rsatilgan tartibda navbatsiz savdoga qo'yiladi, xaridorlar asosida eng yuqori narxni taklif qilgani tovarni sotib oladi. Bitimlar og'zaki yoki shartli belgilar vositasida tuziladi. Qarzni to'lashga qurbi yetmaydigan xaridorlar mulki ham majburiy auksion shaklida sotiladi. Har qanday auksionlarning umumiy sharti - sotuvchi namoyishga qo'yilgan tovarlar sifatiga asoslanib hisoblanmaydi.

**Bazis yechim** - IMMni cheklanishlarini qanoatlantiruvchi yechim.

**Bozor** - sotuvchi bilan xaridor o'rtasida tovarlarni pulga ayirboshlash munosabati, tovarlar bilan oldi-sotdi munosabatlari, tovar ishlab chiqarish, tovar ayirboshlash va pul muomalasi qonunlariga binoan amalga oshiriladi. Bozorda ikki jarayon amalga oshadi biri tovarlarni sotish, bunda tovar pulga o'tish, ikkinchisi tovarni xarid qilish, pulni tovarga ayirboshlash. Ayirboshlash ixtiyoriy va erkin shakllangan narxlarda olib boriladi.

**Bozor iqtisodiyoti**-erkin tovar-pul munosabatlariga asoslangan, iqtisodiy monopoliyadan inkor etuvchi, ijtimoiy mo'ljalga, aholini ijtimoiy muhofaza qilish yo'llariga ega bo'lgan va boshqa tartiblanib turuvchi iqtisodiyot.



**Bankrotlik** (ital. bancarotta - aynan singan kursi), sinish - fuqaro, korxona, firma yoki bankning mablag' yetishmasligidan o'z majburiyatlari bo'yicha qarzlarni to'lashga qurbi yetmasligi.

**Biznes (business)** - daromad keltiradigan yoki boshqa naf beradigan xo'jalik faoliyati yoki sohibkorlik - tijorat ishlari bilan shug'ullanish, pul topish maqsadida biror ish bilan band bo'lish. Biznes tovar ishlab chiqarish va uni sotish, xizmat ko'rsatish, transport va boshqa sohalardagi faoliyatdir, biznes xo'jalik yuritish ko'lamiga qarab yirik, o'rta va kichik turlarga bo'linadi. Yirik biznesga asosan ishlab chiqarishda 500 dan ortiq kishi band bo'lgan, o'rta biznesga 20-500 kishi band bo'lgan korxona, kichik biznesga 10 - 20 va undan kam kishilar ishlaydigan korxonalar kiradi.

**Bozor muvozanati** - bozordagi talab va taklifning miqdoran va tarkibi jihatdan bir-biriga muvofiq kelishi.

**Biznes reja (business plan)** - kompaniyaning faoliyatini, shu jumladan, investitsion faoliyatining taraqqiyoti rejasi.

**Gipertekislik** - n-o'Ichovli fazoda tekislik.

**Davlat buyurtmasi**-davlat tomonidan korxona va xo'ja-liklarga muayyan mahsulot turini tayorlash, ishlab chiqarish, noishlab chiqarish va ilmiy tadqiqot xarakteridagi ishlarni bajarish bo'yicha beriladigan topshiriq.

**Davlat budjeti**-markazlashgan davlat pul fondini shakllantirish va undan foydalanishning asosiy moliyaviy rejasi.

**Davlat moliyasi**-yalpi ijtimoiy mahsulot (muayyan vaqt ichida jamiyat tomonidan yaratilgan ne'matlar)ni taqsimlash va qayta taqsimlash jarayonida paydo bo'ladigan va davlat tomonidan o'z vazifalarini amalga oshirish uchun foydalaniladigan pul mablag'larining majmuidir.

**Daromad**-korxona xo'jalik faoliyatida aktivlarning o'sishi yoki majburiyatlarning kamayishi bo'lib, u xususiy kapitalning o'sishiga olib keladi.

**Daromad solig'i** - davlat tomonidan yuridik va jismoniy shaxslar (aholi, korxona va tashkilotlar)ning daromadidan davlat budjeti uchun majburiy undiriladigan to'lovlar.

**Determinatsiyalangan iqtisodiy modellar** - korxonalarning ishlab chiqarish faoliyatidagi texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblashda ishlatadigan analitik talafuzli modellar.

**Yeconomics** - odamlar o'z ehtiyojlarini qondirish maqsadida, cheklangan resurslarga ega bo'la turib, har xil mahsulot va xizmatlar ishlab chiqarishni qanday tashkil qilishini o'rganuvchi fan.

**Zarar**-korxona daromadi va umumiy xarajatlari orasidagi manfiy ayirma.

**Zaxira** 1) Valuta zaxirasi - boshqa mamlakatlar markaziy banklarniig xalqaro hisob-kitob uchun mamlakat valutasida yig'ib va saqlaydigan mablag'lari.

2) Kapital (fond) zaxirasi - korxona, aksionerlik jamiyati va azolarning foydadan chegirib qolib tashkil qilinadigan xususiy lag'lar qismi bo'lib, xo'jalik operatsiyalari faoliyatidagi zararlarni lash, asosiy fondlarni to'ldirish va kundalik foyda yetarli bo'lganda denlar to'lash uchun foydalaniladi.

**Imitatsion model** - o'rganilayotgan obyektning ma'lum biror vaqt rvali oralig'idagi dinamik o'zgarishlarini akslantiruvchi algoritmining pyuter uchun mo'ljallangan programmasi.

**zokvanta** - mos bo'lgan resurslar ( $L_i, K_i, i=1, n$ ) to'plamiga teng b chiqariladigan mahsulotning grafik ifodasi.

**nvestorlar** - o'z mablag'larini qimmatbaho qog'ozlarni xarid qilish in sarflaydigan yuridik va jismoniy shaxslar.

**mport** - boshqa davlatlardan mamlakat ichki bozorida realizatsiya i (sotish) yoki uchinchi bir mamlakatga o'tkazish uchun olib keladigan lar, xizmatlar, qimmatbaho qog'ozlar va boshqalar.

**inflatsiya** - pulning qadrsizlanishi - muomalada xo'jalik oboroti o'zlaridan ortiq darajada qog'oz pullar miqdorining ko'payib ketishi. massasining tovarlar massasidan ustunligi natijasida tovar bilan inlanmagan pullarning paydo bo'lishi.

**inflatsiya sur'ati** - narxlar o'rtacha ko'rsatkichining o'sish sur'ati. dagi  $i = (P_1 \sim p_0) / p_0$  formula bilan hisoblanadi, bu yerda  $i$  - 0 mo-mentdan omentgacha bo'lgan davr ichidagi inflatsiya sur'ati;  $R_0$  - 0 momentdagi cha narx,  $R_{g \sim 1}$  momentdagi o'rtacha narx.

**iktisoslashtirish** - bir yoki bir nechta tovar (xizmat)lar ishlab rish uchun resurslarni to'plash.

**ishlab chiqarish imkoniyatlari** - mamlakat resurslaridan to'la foydalanib, mahsulot chiqarishni qo'shib olib borish.

**alit (hal qiluvchi) element** - kalit ustun va kalit yo'l elementlar ida joylashgan element.

**onyunktura** - bozor mexanizmi sharoitlarida rivojlanishning qonuniyatli ari davlat tomonidan tartibga solinishi va raqobatning, istemolchilar xonalar tomonidan qaror qabul qilishdagi mustaqillikning muvozanati belgilanuvchi jarayon: muayyan iqtisodiy hayot omillari va shart- tlari yig'indisidir.

**o'pburchakli yechimlar sohasi** - IMMning cheklanishlari ( $n=2$ ) m - akli ko'pburchakni hosil qilsa, ko'pburchakli yechimlar sohasi mavjud anadi.

**-1) o'lchovli simpleks,**



$X_1, X_2, \dots, X_k$  **K cho'qqili** - qavariq sirtli afin bog'liq bo'lmagan  $X_1, X_2, \dots, X_k$  nuqtalar

**Monitoring** - bozorning ahvoli va rivojlanish yo'nalish ustida kuzatish.

**Makroiqtisodiyot** - iqtisodiyotning asosiy muammolarini umumjamiyat nuqtai nazaridan o'rganuvchi bo'limi.

**Marka** - Olmoniya pul birligi.

**Marketing** - xaridor ehtiyojlarini imkoni boricha o'laroq qondirish maqsadlarida bozor holatini asosli o'rganish va oldindan baholash bilan tovarlarni ishlab chiqarish, sotishni tashkil etish tadbirlari tizimi; bozor iqtisodiyotining muhim unsuri; marketing ishi qisqa va uzoq, muddatli maxsus dasturlari orqali amalga oshiriladi, ularda xaridorlarni va raqobatchilarni o'rganish asosida tovarlar sifatini yaxshilash, tovar narxini o'zgartirish, reklama o'tkazish, tovarga talab chaqirish, tovarlarni o'z vaqtida yetkazib turish, xaridorlarga ma'qul tushadigan xizmat ko'rsatish kabi chora-tadbirlar nazarda tutiladi. Ishlab chiqarish marketing vositasida g'oyat o'zgarib turadigan bozor talabiga moslashadi va samaraga erishadi. Tovar ishlab chiqaruvchilar marketing tufayli bozor bilan uzviy bog'lanadilar, ishlab chiqarish manbalarini bozor talab tovarlar yaratishga qaratadilar, sohibkorlik va tijorat ishlarini rejalantiradilar.

**Mahsulot birligidan olingan foyda** - muayyan mahsulotni sotishdan olingan foydaning shu mahsulotning ishlab chiqarish hajmiga nisbati.

**Mahsulot narxi** - talab va taklif miqdorlari teng bo'lganda bozorda yuzaga keladigan narx.

**Matritsali o'yinning asosiy teoremasi** - Dj.fon Neymanning teoremasi, hamma matritsali o'yinlarda aralash strategiyalarning yechimlari mavjud.

**Maksmin (yoki o'yinning quyi narxi) o'yinning xususiy strategiyalarida** - A o'yinchining maksimal xususiy strategiyalari orasidagi effektiv ko'rsatkich:

$$a = \max_{1 \leq i \leq m} a_i = \max_{1 \leq j \leq n} \min_{1 \leq i \leq m} a_{ij}$$

**Minimaks (yoki o'yinning yuqori narxi) o'yinning xususiy strategiyalarida** - B o'yinchining minimal xususiy strategiyalar orasidagi effektiv bo'lmagan ko'rsatkichi:

$$B = \min_{1 \leq j \leq n} B_j = \min_{1 \leq j \leq n} \max_{1 \leq i \leq m} A_{ij}$$

**Model** - o'rganilayotgan obyekt, jarayon yoki hodisani muhim xususiyatlarini, xossalarini matematik belgilar, tenglama va tengsizliklar orqali ifodasi.

**Modellashtirish** - model tuzish jarayoni.

**Menejerlar** - korxona va kompaniyalar egalari bo'lmagan yo'llanma malakali boshqaruvchilar. Bozor iqtisodiyoti mamlakatlarida kompaniya,



korxona, bank-moliya muassasalarining ijroiya hokimiyatiga ega an boshqaruvchi kabi rahbar xodimlari; obligatsiya zayomlari chiqarish siya) va uni kapital bozorida o'tkazish bilan shug'ullanuvchi bank atlari rahbar guruhlarini ishtirokchilari ham menejerlardir.

lar ma'rifatli jamiyatdagi maxsus ijtimoiy qatlamni tashkil qiladi. ozor iqtisodiyoti sharoitlarida menejerlar xizmati ishlab chiqarishda varlar muomalasini uyushtirishda zarur omil bo'lib qoladi.

**Ijenejment** - zamonaviy ishlab chiqarishni boshqarish (rejalash, tartibga , nazorat qilish), shuningdek ishlab chiqarishga rahbarlik qilish, uni il qilish. Mo'ljallangan maqsadlarga (ishlab chiqarish samaradorligini sh, foydani oshirish) erishish uchun ishlab chiqarishni boshqarish ri, shakllari, vositalari majmui. Ishlab chiqarish samaradorligini oshirish idlarida boshqarish shakllari, strukturasi, usullarini, yangi prinsiplarini y joriy etish asosida uyushtirish va boshqarishni yaxshilash bilan bog'liq. **Iktroiqtisodiyot**-iqtisodiyotning asosiy muammolarini alohida ishlab ruvchi va iste'molchi nuqtai nazaridan hal qiladigan bo'limi.

**Milliy daromad** - moddiy ishlab chiqarish sohalarida bir yilda yangidan lgan qiymat yoki yalpi ijtimoiy mahsulotning ishlab chiqarish nida iste'mol qilingan ishlab chiqarish vositalari qiymatini chegirib ngandan so'ng qolgan qismi. Milliy daromad moddiy ne'matlar chiqaradigan sharoitlarda jonli mehnat tomonidan yaratilib ham t — pul, ham moddiy — buyum shakliga ega bo'ladi. Milliy daromad ol va jamg'arma fondlariga bo'linadi.

**urx (price)** - tovarning pul bilan ifodalanuvchi qiymati. U tovarning chiqarilishi bilan bog'liq, xarajatlarni va daromadni o'z ichiga oladi.

**tin-valuta zahiralari** - markaziy bankdagi oltin va chet el larining rasmiy zahirasi.

**otimal yechim** - IMMning cheklanishlari va maqsad funksiyasini tlantiruvchi yechim.

**klama** - tovar yoki ko'rsatiladigan xizmat to'g'risidagi tijorat dida iste'molchi qiziqishini uyg'otishga yo'naltirilgan axborot; i ko'paytirish maqsadlarida xaridorlarga tovarlarning xossalari, clari va sotib olish shartlarini yetkazish va oshkor etish.

zor iqtisodiyoti sharoitida reklama xizmatlarining ahamiyati qib, muomala xarajatida reklama xarajatlarining hissasi ortib boradi. **ntabellik**-tarmoq yoki korxonalarining foyda olib ishlashi; foyda i rejasini ko'rsatadi. Foiz hisobida ifodalanadi. Ishlab chiqarish illigi ma'lum davr(oy, kvartal, yil)da qo'lga kiritilgan foyda miqdorini qtda foydalanilgan yillik asosiy ishlab chiqarish fondlari va oborot

vositalari qiymati yig'indisiga yoki mahsulotni ishlab chiqarish, sotish xarajatlarining tannarxiga nisbati sifatida hisoblanadi.

**Resurs**- pul mablag'lari, qimmatbaho narsalar, zaxiralar, imkoniyatlar, mablaglar va daromadlar (tabiiy, iqtisodiy, moliyaviy) manbalari.

**Sof strategiya** - o'yinda o'yinchining xohlagan xati harakati.

**Strategiya** - maqsadlarga erishish yo'lidagi umumiy tamonlama tuzilgan reja.

**Statistik yechimlar nazariyasi** - nizoli va tavakkalchilik holatlarda matematik modellar nazariyasi asosida optimal qaror qabul qilish.

**Sof foyda** - soliq va barcha to'lovlar to'langandan keyingi qolgan yalpi foyda miqdori.

**Statistika**-ijtimoiy hodisalarning miqdoriy tomonlarini ularning sifat tomonlari bilan uzviy ravishda bog'langan holda o'rganuvchi fan.

**Taklif** - ishlab chiqaruvchilar bozorda sotishga tayorlagan (chiqargan), muayyan narxlarga ega tovarlar va xizmatlar miqdori.

**Taklif miqdori** - ishlab chiqaruvchi (sotuvchi)- muayyan vaqtda, muayyan joyda va muayyan narxda sotishni xohlaydigan va sotishi mumkin bo'lgan tovar va xizmatlar miqdori.

**Taklif qonuni** - «tovar narxi o'sishi bilan uning taklifining miqdori o'sadi»—deb aytiluvchi tasdiq.

**Taklif chizig'i** - taklif miqdorining tovar narxiga bog'liqligining grafigi. Taklif qonunining grafigi izohlanishi.

**Talab**-to'lovga qobil ehtiyoj; bozorga chiqqan va kerakli miqdordagi pul bilan ta'minlangan ehtiyojni ifodalaydi. Talab ehtiyojdan kelib chiqadi, xaridga ajratilgan pul shaklida ifoda etiladi.

**Talab miqdori**-iste'molchi muayyan vaqtda, muayyan joyda va muayyan narx bo'yicha sotib olishni xohlaydigan va sotib olishi mumkin bo'lgan tovar va xizmatlar miqdori.

**Talab qonuni**- «tovar narxi o'sishi bilan unga bo'lgan talab miqdori pasayadi» deb aytiluvchi tasdiq.

**Talab chizig'i**-tovarga bo'lgan talab miqdorining uning narxiga bog'liqligi grafigi.

**Tarmoq** - jarayonlarning maxsus bo'limlarga ajratilishi, masalan, «qishloq xo'jaligi», «yengil sanoat», «og'ir sanoat» va hokazo.

**Tovar** - bozorda oldi-sotdi orqali ayirboshlanadigan mehnat mahsuli. Tovar shunday mahsulotki, u o'zini ishlab chiqaruvchilarining emas, balki boshqalarning talab-ehtiyojini qondirish uchun yaratiladi. Shu sababli u ayirboshlanadi. Tovar moddiy shakldagi mahsulot bo'lishi shart emas, xizmatlar ham tovar shakliga kiradi. Turli moddiy shakldagi aqliy mehnat



mahsuli, ilmiy-texnikaviy g'oyalar va ishlanmalar, nomoddiy shakldagi xizmatlar (davolash, o'qitish, muzika, raqs ijro etish, qo'shiq kuylash kabilar) har xil qiymatli qog'ozlar (aksiya, obligatsiya, sertifikat, valuta) ham tovar bo'ladi. Tovar bozorda pul vositasida ayirboshlanadi.

**Umumiy xarajatlar** - korxonaning mahsulot ishlab chiqarish uchun sarflagan barcha xarajatlari yig'indisi.

**Foyda** - korxonaning daromadi va umumiy xarajatlari orasidagi musbat ayirma.

**Xolding kompaniya** - boshqa banklar, firmalarni nazorat qilish va faoliyatini boshqarish maqsadlarida ularning aksiyalari nazorat paketiga egalik qiluvchi kompaniya.

Ayrim shaxslar yoki oilalarga qarashli tashkilot bo'lib, daromad olish maqsadida mustaqil xo'jalik faoliyatini yurgazadi. Bunday korxonalar, asosan, qishloq xo'jaligi va kichik biznes doirasida keng ish yuritadilar.

**Shaxsiy mulk** - fuqarolarning shaxsiy ehtiyojlarini qondirishga xizmat qiluvchi mulk. Shaxsiy mulk subyekti ayrim fuqarolar, uning obyekti esa iste'mol buyumlari, turar joy va boshqalar, umuman, shaxsiy ehtiyojni qondirishga xizmat qiladigan vositalardir. Shaxsiy mulk ishlab topilgan daromad, merosga olingan yoki in'om sifatida olingan mol-mulk hisobidan, ish haqi, nafaqa, stipendiya, tomorqa xo'jaligidan tushgan daromad, aksiyadan kelgan dividend, lotoreya va zayom yutuqlari evaziga ko'payib boradi. Shaxsiy mulk obyektlari ehtiyojni qondirish doirasidan chiqib, daromad topish yo'lida ishlatilsa, xususiy mulkka aylanib ketishi mumkin.

**Shirkat** - ikki yoki undan ortiq ishtiroqchilar mablag'lari asosida tashkil qilingan firma.

**Ekspert** - maxsus bilimga ega bo'lib, korxona, tashkilot yoki davlat organlari tomonidan ekspertiza (masalan, buxgalteriya, patent ekspertizasi) o'tkazishga taklif qilinadigan shaxs.

**Eksport** - tovarlar, xizmatlar va texnologiyalarni tashqi bozorda realizatsiya qilish (sotish) uchun olib chiqish.

**Ekonometrik model** - prognozlashda obyektning barcha mavjud faktorlarini o'zaro bog'lanishini ifodalovchi regressiya tenglamalar tizimlari.

**Egar nuqtaga ega bo'lgan o'yin** - o'yin, matritsasida hech bo'lmaganda bitta egar nuqtaga ega bo'lgan hol.

**Emissiya** - muomalaga bank biletleri, xazina biletleri, qog'oz pullar va qimmat baho qog'ozlar chiqarish.

**Effektivlik** - har xil ko'rinishdagi iqtisod resurslari yoki resurslar majmui bilan iqtisodiy faoliyat amaliy natijalari nisbatini aks ettiruvchi iqtisodiy kategoriya.



**Yuridik shaxs** - turli mulkchilikka asoslangan, mustaqil ish yurituvchi, qonunga ko'ra fuqarolik huquqlari va majburiyatlari subyekti bo'lgan korxona, tashkilot, muassasa. O'z nomidan mulkiy hamda nomulkiy huquqni olish va majburiyatlarni bajarish, sud, arbitraj va raqamlar sudida da'vogar bo'lish mumkin. Bankda o'z hisob varaqasiga ega, mustaqil balans yuritadi.

**Yarim tekisliklar** - to'g'ri chiziq tekislikni ikki qismga ajratadi, to'g'ri chiziqdan yuqori va to'g'ri chiziqdan pastda joylashgan yarim tekisliklar.

**Yalpi ichki mahsulot (YAIM) (gross domestik product GDP)** — davlat hududida ishlab chiqariladigan tovar va xizmatlarni ma'lum vaqt davrida yalpi bozor qiymati.

**Yalpi milliy mahsulot (YAMM) (gross national product GDP)** — ma'lum vaqt davrida milliy iqtisodiyotning ishlash natijasi (bir oy, uch oylik, bir yil), u milliy ishlab chiqarish orqali o'lchanishi mumkin, YAMMni daromadlari va so'ngi iste'mollari, ishlab chiqarish orqali o'lgangan bo'lsa u ma'lum vaqt davrida davlatni rezidentlar - sektori tomonidan ishlab chiqilgan tovar va xizmatlarni yalpi bozor qiymati hisoblanadi, undan o'rtacha iste'molini qimmati ayirilmog'i darkor. Yalpi daromadlar orqali o'lgangan bo'lsa, bu omil daromadlar jamg'armasi bo'lib, ichki ishlab chiqarishdan maosh shaklidagi omil daromadlari jamg'armasi korxona egalari to'lgangan foizlar va daromadlar hamda xoriydan keladigan rezidentlar sektorini daromadining sof omilidir. So'nggi iste'mol orqali o'lgangan YAMM bu uy xo'jaliklari, korxonalar va hokimiyat tomonidan sotib olingan tovar va xizmatlarni, asosiy fondlarga kiritilgan kapital mablag'larni hamda sotilmay qolgan mahsulotni birgalikdagi bozor qiymatidir.

**O'yin narxi (o'yin narxi Aralash strategiyalari)** - aralash strategiyalarda o'yinning quyi va yuqori narxining umumiy qismi.

**O'yinning xususiy yechimi sof strategiyalarida** - A va B o'yinlarning bir just toza optimal  $A_j$  va  $B_j$  strategiyalari va o'yin bahosi.

**O'yin matritsasining gegar nuqtasi** - muvozanat holatda A matritsaning yutug'i; o'yin matritsaning egar nuqtasida joylashgan element.

**O'yin nazariyasi** - nizoli holatlarda matematik modellar nazariyasi asosida optimal qaror qabul qilish.

**O'yin** - konflikt holatlarda optimal yechimni qabul qilishning matematik modeli (masala iqtisod biznesda va hokazo).

**O'rtacha o'zgaruvchan xarajatlar** - mahsulot birligiga sarflangan doimiy xarajatlar, ya'ni doimiy xarajatlarning mahsulot chiqarish hajmiga nisbati.

## MUNDARIJA

|                                                                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Soʻz boshi.....                                                                                                                                    | 3          |
| <b>I bob. Iqtisodiy-matematik modellashtirishning asoslari va ahamiyati.....</b>                                                                   | <b>8</b>   |
| §1. Iqtisodiy-matematik modellashtirish asoslari .....                                                                                             | 8          |
| §2. Iqtisodiy-matematik modellashtirishning ahamiyati va afzalligi .....                                                                           | 38         |
| §3. Determinatsiyalangan va stoxastik iqtisodiy-matematik modellar .....                                                                           | 43         |
| <b>II bob. Firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini grafik usulda yechish.....</b>                                                  | <b>53</b>  |
| §4. Firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasining iqtisodiy-matematik modeli. Cheklanishlarning geometrik maʼnosi.....                 | 53         |
| §5. Firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasining yechimini grafik usulda aniqlash.....                                                | 57         |
| §6. Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechimini aniqlash.....                                                                    | 63         |
| <b>III bob. Ekstremal masalalarni optimallashtirish.....</b>                                                                                       | <b>69</b>  |
| §7. Firma, korxonaning ekstremal masalalarini Excel-da, Paskal-da optimallashtirish, iqtisodiy-matematik modellarning turlari.....                 | 69         |
| §8. Mikroiqtisodiy modellar tizimlarini tuzish va qoʻllash. Cheklanishlar tenglamalar bilan berilgan. M- usul.....                                 | 85         |
| §9. Mahsulot ishlab chiqarish masalasi, cheklanishlar tengsizliklar bilan berilgan.....                                                            | 90         |
| §10. Materiallarni bichish masalasining iqtisodiy-matematik modellari.....                                                                         | 95         |
| §11. Talab va taklifni aniqlashda statistik yechimlar nazariyasi.....                                                                              | 99         |
| §12. Ikki yoklama masalalar.....                                                                                                                   | 103        |
| §13. Ikki yoklama simpleks usul.....                                                                                                               | 107        |
| <b>IV bob. Amaliy-iqtisodiy masalalarni modellashtirish.....</b>                                                                                   | <b>111</b> |
| §14. Brokerning faoliyatining iqtisodiy-matematik modeli. ....                                                                                     | 111        |
| §15. Toʻqimachilik va yengil sanoatida xomashyolardan foydalanish masalasini optimallashtirish.....                                                | 114        |
| §16. Chiziqsiz modellarning prognoz masalasini yechish, imitatsion, analitik modellashtirish, model parametrlarni EXCEL da, Paskalda aniqlash..... | 112        |
| §17. Ekonometrik modellarning ijtimoiy, iqtisodiy jarayonlarni prognozlashda foydalanishi.....                                                     | 142        |
| §18. Mikroiqtisodiy tasodifiy hodisalarni modellashtirish.....                                                                                     | 146        |
| §19. Koʻp bosqichli taklif va talab masalasi.....                                                                                                  | 150        |
| §20. Zaxiralarning boshqarish usullari va modellari .....                                                                                          | 155        |
| §21. Ekspert baholash usullari.....                                                                                                                | 162        |
| <b>V bob. Bozor muvozanati. Ishlab chiqarish funksiyalar, korxonalar foydasini aniqlash.....</b>                                                   | <b>165</b> |

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| §22. Bozor mikroiqtisodiy tahlili asoslari.....                                                        | 165 |
| §23. Ishlab chiqarish va ishlab chiqarish funksiyalari. ....                                           | 175 |
| §24. Izokvanta turlari, muvozanatga erishish jarayonlarini<br>modellashtirish.....                     | 183 |
| <b>VI bob. Sohalararo balans.....</b>                                                                  | 205 |
| §25. Sohalararo balans usulining iqtisodiy - matematik modeli .....                                    | 205 |
| §26. To'g'ri va to'liq xarajat koeffitsiyentlarning iqtisodiy tabiati .....                            | 212 |
| <b>VII bob. Korxonalarning joylashtirishini rejalashtirish.....</b>                                    | 218 |
| §27. Korxonalarni joylashtirishining mohiyati va modeli.....                                           | 218 |
| §28. Joylashtirish rejasini hisoblash .....                                                            | 225 |
| <b>VIII bob. Ishlab chiqarish quvvatlarni yuklashini rejalashtirish.....</b>                           | 230 |
| §29. Ishlab chiqarish mahsulotlarining taqsimot masalasi.....                                          | 230 |
| §30. Ishlab chiqarish jihozlarini yuklash rejasining modelini hisoblash.....                           | 235 |
| <b>IX bob. O'yin nazariyasi usullarini iqtisod, moliya va biznesni boshqarishda<br/>qo'llash. ....</b> | 245 |
| §31. O'yin nazariyasining masalalari iqtisodda .....                                                   | 245 |
| §32. O'yin klassifikatsiyasi. ....                                                                     | 249 |
| §33. Maksmin va minimaks strategiyalar, o'yinning yuqori va quyi narxlari.....                         | 258 |
| §34. Egar nuqtaga ega bo'lgan o'yin yechimi.....                                                       | 264 |
| §35. O'yin matritsasining strategiyalar elementlari har xil alomatlarga ega<br>bo'lgan hol.....        | 276 |
| §36. Taklif va talab iqtisodiy masalasining yechimini nazariy<br>asoslanishi.....                      | 281 |
| <b>X bob. Amaliy va tajriba mashg'ulotlari.....</b>                                                    | 285 |
| Xulosa.....                                                                                            | 369 |
| Adabiyotlar. ....                                                                                      | 371 |
| Glossariy.....                                                                                         | 374 |



**SH.R.MO'MINOV**

**IQTISODIY MATEMATIK MODELLAR VA USULLAR**

*O'quv qo'llanma*

**Muharrir L.Baxranov**

**Kompyuterda sahifalovchi A.Asrorov**

Bosishga ruxsat etildi 02.11.2007. Qog'oz bichimi 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Hisob-nashr tabog'i 24. Adadi 500.

Buyurtba №142.

«IQTISOD-MOLIYA» nashriyotida tayyorlandi.

700084, Toshkent, H.Asomov ko'chasi, 7-uy.

Hisob-shartnoma 60-2007.

**«FAN VA TEXNOLOGIYALAR MARKAZINING**

**BOSMAXONASI»da chop etildi.**

700003, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.

