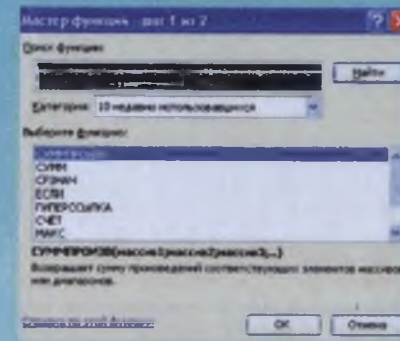


SH.R.MO'MINOV  
K.SH.MO'MINOVA

# IQTISODIY - MATEMATIK MODELLAR VA USULLAR





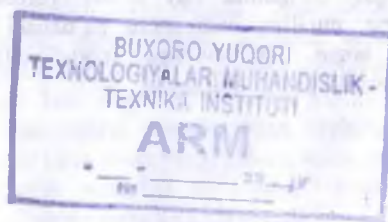
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA  
O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

**SH.R.MO'MINOV**  
**K.SH.MO'MINOVA**

# **IQTISODIY - MATEMATIK MODELLAR VA USULLAR**

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

Ikkinchi nashr



Toshkent  
"IQTISOD - MOLIYA"  
2012

Tuzuvchi:

Buxoro OO va ESTI «Informatika»  
kafedrası f.m.f.n. dots SH.R.Mo'minov

Taqrizchilar:

professor, t.f.d. Z.SH. Jumaev. Buxoro  
Davlat Universiteti "Amaliy matematika  
va informatika" kafedrası mudiri,  
dots. i.f.n. A.A.Abdullaev.

Uslubiy qo'llanma "Inforatika" kafedrası umumiy yig'ini (2004 y.  
« 1 » 03 № 8 yig'in bayoni) va institut Uslubiy kengashi (2004 y. «  
» № kengash bayoni) tomonidan tasdiqlangan, oliy  
o'quv yurtlarining talabalari foydalanishi uchun tavsiya etilgan.

## ANNOTATSIYA

Nozik va o'ta murakkab bo'lgan «Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» fani matematika fanining bozor iqtisodiyoti sharoiti amaliyotda qo'llash zarur, kerakli bo'lgan fanlardan biri hisoblanib, unda firma korxonalarining iqtisodiy-matematik modelini tuzish, ularni optimallashtirish usullarini o'rganish istiqbolim 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 korxonalarining 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.

**Ikkinchi nashrga kirish so'zi**

“Iqtisodiy matematik modellar va usullar” o‘quv qo‘llanmaning birinchi nashri “Moliya-iqtisod” nashriyotida 2007-yilda kam nusxada chop etilgan edi. O‘sha vaqtdan keyin o‘quv qo‘llanmaga o‘quvchilar, aspirantlar, o‘qituvchilar va amaliy iqtisodiyot yo‘nalishi bilan shug‘ullanayotgan mutaxassislar orasida birinchi nashri tez tarqalib keldi. Bu esa o‘quv qo‘llanmaning ikkinchi nashrga talab zarur bo‘lganiga olib keldi.

O‘quv qo‘llanmani ikkinchi nashrga tayyorlashda ancha qayta ishlashga to‘g‘ri keldi.

O‘quv qo‘llanma yangi bob taqsimoti (transport) masalalari bilan kengaytirildi.

Bu bobda iqtisodiy matematik model, korxonalarning mahsulot ishlab chiqarish masalasidan farqli ekani ifodalangan bo‘lib, bu masalaning ahamiyati va asosiy tushunchalari, boshlang‘ich rejalar tuzish usullari to‘liq ifodalangan.

Bu bobda taqsimot masalalarining optimallashtirish usullari masalalarni yechimlari bilan keltirilgan.

Yangi informatsion texnologiyalarni o‘quv jarayoniga qo‘llash maqsadida taqsimot masalasini optimallashtirish EXCEL da ifodalandi va yechim natijalari cheklanishlarni qondirishi tekshiriladi.

Iqtisodiy jarayonlarni matematik model tuzish usullari kengaytirildi va ekstremal masalalarni Oliy matematika tushunchalari bilan kengaytirildi.

Chiziqli modellarni tuzish va chiziqsiz modellarni chiziqli modellarga keltirishga ko‘proq ahamiyat berildi.

Birinchi nashrda yo‘l qo‘yilgan ba‘zi noaniqliklarni, texnikani qo‘llaganda texnikaviy kamchiliklarni, noaniqliklarni tuzatilishiga erishildi.

O‘quv qo‘llanmaning birinchi nashrida va uning ikkinchi nashrga tayyorlashda avtor masalalarni aniq ifodalanishiga, ularning yechimlarining iqtisodiy xulosalarini to‘g‘ri mazmunini ifodalashga ahamiyat kuchaytirildi.

O‘quv qo‘llanmada, xususan, to‘qimachilik sanoatining yigiruv fabrikalarida ishlab chiqariladigan xomashyolar har xil parlarga bo‘lishini nazarga olgan holda, qorishma masalasining iqtisodiy matematik modeli va uning optimallashtirish usuli keltirilgan.

To‘qimachilik sanoatida har xil xossalarga ega bo‘lgan tolalarni aralashmasini tuzish, yog‘li emulsiyalarni tuzish, changlaydigan tarkiblar retsepturasini hosil qilish, kleylar, silliqalaydigan eritmalar tuzish yuqoridagi qorishma masalalarining turlariga qarab yechish usullariga ahamiyat berilgan.

Avtorning ishonchi komil, kim, o‘quv qo‘llanmaga keltirilgan amaliy va tajriba mashg‘ulotlari, asosiy masalalarni misollar bilan yechimlari, glossariy, testlar va ularning javoblari o‘quv jarayonida yangi informatsion texnologiyalarni qo‘llanilishi, “Iqtisodiy matematik modellar va usullar” o‘quv qo‘llanmasi o‘quvchilarga fanning o‘zlashtirilishiga katta yordam beradi.

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

Tomas Dj. Uotson

## So'z boshi

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

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

«Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» fanining asosiy obyektlari: model, modellar turlari, matematik modellar, iqtisodiy - matematik modellar, yopiq va ochiq modellar, bazis va optimal Chiziqli va Chiziqsiz modellar yechim, 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 birta tahlili bor - ya'm iqtisod. Boshqa iqtisodiy fanlarga qaraganda, 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 munosabatlarni keng ravnaq topishi insonlar hayotida, turmush tarzida, ma'naviy va amaliy ko'nikmalarida namoyon bo'lyapti.

Biznesni 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 orientir va strategiya tushunchalarini yuzaga keltirdi.

Orientir - bu maqsad tubi bo'lib, o'nga firma erishish uchun harakat qiladi.

Orientir - qaror qabul qilishning yuqori darajasidir. Orientir tanlashsa bir qator strategiyalar va ularning o'zgarishi nazarda to'tiladi.

Strategiya - orientir va maqsadga erishish vositasidir. Strategiya va orientirlar o'zaro bir-birini to'ldiruvchi hisoblanadi va boshqarishning turli bo'g'inlarida va muddatlarda ular yuzaga kelishi mumkin.

Masalan, samaradorlik o'lchovi bo'lishi-bozordagi ulush ko'rsatgichi, firma uchun orientir, boshqa firma uchun esa tanlagan strategiya bo'lishi mumkin. «Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» Fani Marketing faniga ham keng qo'llanib kelmoqda. 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 jarayondagi harakat-harakatlarni tashkil etish mantiqiy shakllari, uslublarini ifodalovchi nazariy va amaliy tamoyillar majmuidan iborat.

Fanning asosiy obyektlari, bozor, iste'molchi, tovar, xizmat, baho, tovar harakati, ryoqlama, 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 manfaatlari 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 o'nga 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 kom'pyuterlardan foydalanish tajribasini shakllantirish zarur, chunki juda ko'p ma'lumotlar ustida amallar bajarishga to'g'ri keladi.

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

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

Ishlab chiqarishning biror sohasi bo'yicha tegishli qaror qabul qilish uchun avval obyektning qonuniyati har tomonlama tahlil etiladi, jarayonni matematik

modeli tuziladi, ya'ni masalaning hamma shartlarini matematik belgilar, tenglama va tengsizliklar orqali ifodalash tushuniladi.

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

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

«Amallarning tadqiqodi» («Issledovanie operatsiy») 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 fan ikkinchi jaxon urushi davrida oraga kelgan fan bo'lib, uning bo'limlari bir-biridan farqli bo'lgan matematik modellar bilan ifodalangan bo'lib, optimal qaror qabul qilishni izlashiga asoslangan.

«Amallarning tadqiqodi» 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 ko'rashib, birtasi yutib ikkinchisi yutqazadi. Qaror qabul qilish teoriyasida yana tavakkalchilik, noaniq holatlarda ham har xil modellar tuziladi, ularda optimal yechimlarning har xil me'zonlari tanlanadi.

O'yin nazariyasining birinchi asoschisi amerikalik XX asr matematik olimi Djon Fon Neyman o'z g'oyasini teoriyasiga poker o'yinini ko'zatish natijasida yaratgan, shunday "o'yin nazariyasi" tushunchasi oraga kelgan. Bu teoriya 1940 yilda iqtisodning nazariy izlanishida Dj.Fon Neyman va Morgonshtemlarning 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'llanilmokda.

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

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

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

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

## I - BOB

# IQTISODIY - MATEMATIK MODELLASHTIRISHNING ASOSLARI VA AHAMIYATI

## §1. IQTISODIY-SMATEMATIK MODELLASHTIRISH ASOSLARI

### 1.1. Model haqida asosiy tushunchalar.

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

#### 1.2. Optimal programmashtirish usulini asosiy masalalari:

a) Chiziqli programmashtirish usulining asosiy masalasini  
qo'yilishi;

b) Chiziqsiz programmashtirish masalalarining turlari va  
ularning qo'llanishi.

#### 1.3. Ikkilangau masalalarning iqtisodiy ma'nosi.

### 1.1. Model haqida asosiy tushunchalar.

#### 1.1.1. Model va avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalar.

#### 1.1.2. Model turlari.

#### 1.1.3. Matematik amallarning modellari.

#### 1.1.1. Model va avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalar.

Uzoq asrlardan boshlab insoniyat matematik usullarni xayotga qo'llashiga harakat qiladi. Masalan XVII asrda chorvachilik rivojlangan bo'lib, er 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 usullar bilan xohlagan yuzani aniqlash mumkin, yuzani aniq integral yordamida ham hisoblash mumkin, agar yuzani Chegaralangan funktsiyalari berilgan bo'lsa:

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

bunda, S-egri Chiziqli trapetsiyaning yuzi.

XX asrning boshlarida esa, murakkab masalalarni yechish imkoniyati yaratiladi, ya'ni ANALOG hisoblash mashinalari -AXM yaratiladi.

AXM yordamida yuqori tartibli Differensial tenglamalar echiladi.

MASALAN : 2-chi darajali Differensial tenglamalarni yechish uchun 2 ta integrallash qurilmasi kerak . Matematik amallarni bajarishda , integrallashda, yig'indilar hisoblashda, quyidagi qurilmalardan :«Integrator» «summator», kuchaytirishlardan foydalanib hisoblashlar bajariladi .

SHunday qilib, har bir matematik amalga mos fizikaviy qurilmalardan foydalanib zanjirlar tuziladi. SHuning uchun xohlangan matematik masalalarni AXM orqali yechish mumkin .

Rus olimi Kantorovich 1939 y . o'zining ilmiy maqolasini matematik modellashtirish usullarini maxsulot ishlab chiqarish korxonalarni modellashtirish massalalarini yechishda qo'llanishni chop etdi . Bu ilmiy maqola "Matematicheskie metodi i modeli regulirovaniya i upravleniya proizvodstv", degan nom bilan olamga mashhur . Korxonalarni rejalashtirishda bu ish qo'llanilmasdan qoldi, lekin 1947 yilda amerikalik olim Djon Dantsig o'zining «Issledovanie operatsiy» degan ilmiy ishi bilan simpleks usulini korxonalarni maxsulot ishlab chiqarishini rejalashda qo'lladi . Bu usul yordamida massalalarni optimal yechimi aniqlanadi . SHu maqoladan keyin 50 yillardan boshlab bu yo'nalish bo'yicha boshqarish va modellashtirish bo'yicha ko'p ilmiy maqolalar yoziladi . SHu ishlar natijasida 70 yillardan boshlab orada yangi 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 ilmiy masalalarni, avtomatlashtirish massalalari echiladi va bu korxonalarining boshqarishini osonlashtiriladi . EHM yordamida modellashtirish, modellarning yechish usullarini, hamda programmalashtirish tillarini bilgan holda, boshqarish sistemalari tuziladi . Bu «Avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalari (ABS)tuzishga olib keladi, ya'ni ASU(Avtomatizirovannie sistemi upravleniya)».

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

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

### 1.1.2. Model turlari.

Elektron hisoblash mashinalar - EHMlarni xohlagan fanlarda-biologiyada, fizikada, matematikada, ximiyada, meditsinada va hokazo fanlarda qo'llaniladi . Bu yo'nalishlardagi hodisalar bog'lanishlarini ifodalashda EHM muhim o'rinni egalaydi . Har bir ishlab chiqarish korxonalarida jarayonlarni bog'lanishini 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'liqsiz ravishda real obyektни o'rganishi demakdir. Bu ishini real obyektда hech qachon bajarish mumkin emas.

Bundan tashqari, shunday obyekt va hodisalar tabiatda mavjudki, uni faqat modelda o'rganilsa bo'ladi. boshqa iloji yo'q. Misol uchun biosfera masshtabida eksperiment o'tkazish, quyoshdagi fizik jarayonlarni o'rganish uchun quyoshni o'zida eksperiment o'tkazish, yer iqlimini, yerni quyosh atrofida aylanish troyektoriyasidan bog'liqligini eksperimental yo'l orqali o'rganish va hokazolar. Ko'pincha bunday eksperimentlarni o'tkazish imkoniyati bo'lmaydi yoinki qaytmas jarayonlarni yuz berishi tufayli qat'iyman 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, xossalari matematik tavsiflashdir

Model obyektning faqat izlanadigan xossalari aks ettiradi, shuning uchun model obyektning hamma xossalari aks etishi zarur emas.

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

Inson har qanday ishini boshlashdan oldin avval o'sha bajaradigan ishini andozasini, qurilmasini yoki tuzilishini fikrida nusxasini (modelini) yaratarkan. 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-qoidalarga rioya qilgan holda bayon qilsak, bunday ko'rinishdagi modelga matematik model deyiladi.

Matematik model tushunchasini yaqqolroq tushuntirish maqsadida ba'zi bir mutaxassisning 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 modellar 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 munosabatlar tushuniladi.

A.A. Samarskiy, A.P. Mixaylov - Har qanday obyektning har qanday modeli komp'yuterda ishlatish darajasiga etkazilgan 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 taxminiy 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 original tuzilishiga kiriladi. Fizikaviy modellarga quyidagilar misol bo'la oladi. Engil avtomobil, samolyot, raketa modeli, GESlar modellari, konditer fabrikasining maxsulot ishlab chiqarish konveeri modeli va boshqalar.

2. Geometrik modellar ham fizikaviy modellarga o'xshash bo'lib, ular origmaldan bir necha marotaba kichraytirilgan bo'ladi. Bu erda ham matematik tushuncha proporsionallik koeffitsienti nazarga olinadi. Geometrik modellar umuman olganda mashinasozlikda va qurilishda keng qo'lamda foydalaniladi. Geometrik modellar yordamida qurilishlarning umumiy rejasi, ularning maketi va chizmalari (proekti) tayyorlanadi. Shularni va obyektlarni kesimlarni nazarda olgan holda, yangi binolar, stanoklar, detallar ko'riladi, yasaladi.

3. Matematik modellar yordamida esa fazoda, hayotda, korxonalarda bo'lib o'tadigan jarayonlarni, asosiy xossalarini aks ettirish mumkin. Matematik modellar originalni, asosiy xossalarini, 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 Chiziqsiz 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 modellashirish 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 modelashtirish qadimgi Greteciyada Aristotel, Platon, Kseno-fontlar tomonidan qurilgan. Ular xo'jalik mahsulotlarini 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), Daniel Bemulli (1731), Chezare Bekakaria (1765)lar algebrak formulalar orqali hal xo'jaligini butunligicha modellashirishga o'rinishgan, unda baho, talab, taklif, iste'mol intensivligi,

raqobat darajasi kabilarni o'zaro bog'liqlik ifodasini keltirishgan. XIX asrda esa nemis, frantuz, shvetsariyalik iqtisodchilari 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 kintilgan, 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 halq xo'jaligida balans modelini yaratib, katta muvoffaqiyatga erishdi. Lekin afsuski, 20-yillarda shunday muvaffaqiyat bilan boshlangan ish ancha yillar rivojlanmay to'xtab qoldi. Bunga sabab, u davr juda og'ir payt bo'lgan. Shaxsga sig'inish sharoitida juda ko'p talantli iqtisodchi olimlar katag'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 amaliy tatbiq qilish bo'yicha ilmiy kengash bo'lib o'tadi. Bu fanni 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 «Harajatni o'lchash va uning natijalari» edi. Shundan keyin L. V. Kantorovichning ishlari iqtisodiy matematik usullarni rivojlanishida etakchilik 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. 60-yillar boshidan optimal yechimni aniqlash kontseptsiyasi 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 yil Nobel mukofoti berildi. 70-yillarning boshlarida iqtisodiy matematik modellashtirish iqtisodiy muammolarni hal etishda asosiy vosita bo'lib qoldi. Uning qo'llanilish sohasi kengaygan sari qiyinchiliklar va tushinmovchiliklar yuzaga chiqqan boshladi. Uni qo'llash mumkin

bo'lmagan joylarda ham tatbiq qilishga bo'lgan urinishlar, hatto iqtisodda matematik usulardan 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.

O'zbekistonda ham iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish, rivojlantirish va xalq xo'jaligiga qo'llashda akademik V.Q.Qobulov boshchilik qilib kelayotgan maktab, olib borayotgan tadqiqotlarning ahamiyati kattadir. Hozirgi kunda S.S.G'ulomov, B.B.Berkinov, O.M.Abdullaev va boshqa olimlar olib borayotgan izlanishlar o'zining natijalarini bermoqda.

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 hos 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 amaliyotida 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 keyin. 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 aniqliq 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 aniqlashtirish mavjud: iqtisodiy jarayonlar xususiyatlari bilan shartlangan haqiqiy aniqlashtirish va bu jarayonlar haqidagi ma'lumotlarni to'la hamda aniq emasligiga borliq bo'lgan ma'lumotlarning aniqlashtirish. Halq xo'jaligi rivojlanishidagi aniqlashtirishlar 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 hayotni hamma tomonlarini qamrab olishi va h.k.

Iqtisodiy jarayon va hodisalarni murakkabligi va yuqorida aytilgan iqtisodiy tizimlarni xususiyatlari nafaqat matematik modellashirishni qiyinlashtiradi, balki uning to'g'riligini, adekvat aks ettirishini ham qiyinlashtiradi. Iqtisodiyot modellarini va uni haqiqiylikni 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 taxlil qilish mumkin.

Matematikaning iqtisodiyotga qo'llanishi iqtisodiyot masalalarini matematika tili bilan ifodalash natijasida bu fanlar rivojlandi amaliyotda yangi yo'nalish «Iqtisodiy – matematik modellar» fani yuzaga keldi. «Iqtisodiy - matematik modellar va usullar» fani yordamida maxsulot ishlab chiqarish korxonasining Iqtisodiy masalalarini yechish mumkin bo'ldi. Bunig uchun avval cheklanishlar shartlari ifodalaniadi. Keyin esa cheklanishlarni nazarga olgan holda funktsiya tuziladi. Masalan, Iqtisodiy - matematik modellar va usullar fani asosida ishlab chiqaruvchi korxonaning umumiy maxsulotidan olinadigan umumiy foyda yoki zararni hisoblash mumkin. Bu masalaning umumiy holda matritsa ko'rinishi quyidagicha.

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

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

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

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

$$Q = \begin{cases} > \\ \geq \\ < \\ \leq \end{cases}$$

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

A- matritsa , yoki  $(a_{ij}) \quad i = \overline{1, m} \quad j = \overline{1, n}$  ,

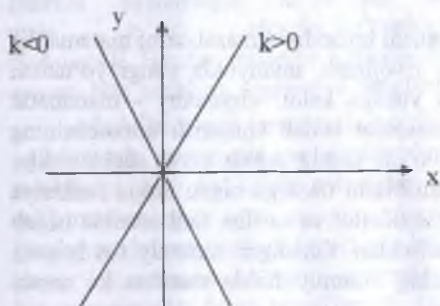
Bu A matritsa noma'lumlar oldidagi koeffitsientlardan tuzilgan u xom ashyolarni maxsulotlarning turlarini ishlab chiqarishga sarflanadigan normalarni ifodalaydi.

Modelda -B -vektor esa, xom ashyolar zahiralarni ifodalaydi. C-vektor esa har bir maxsulotlar, har bir maxsulotlarning bir-birligidan yoki birlik xajmidan olinadigan foydani ifodalaydi.

X-vektor, izlanayotgan maxsulotlar turlarining birligini yoki noma'lum xajmlarini ifodalaydi. SHunday qilib iqtisodiy - matematik modellar yordamida ekstremal masalalar echiladi. Fizikaviy va matematik modellarga misollar

### 1.1.3. Matematik amallarning modellari.

I. Funktsional 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, rasm-1).



**Rasm-1.**

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

O'zgarmas kuchaytirgichning matematik modeli

$$U_{bx} = \left( \frac{R}{R_1} \right) U_{bx0} = K U_{bx0} \quad (I)$$

ko'rinishda beriladi, unda

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

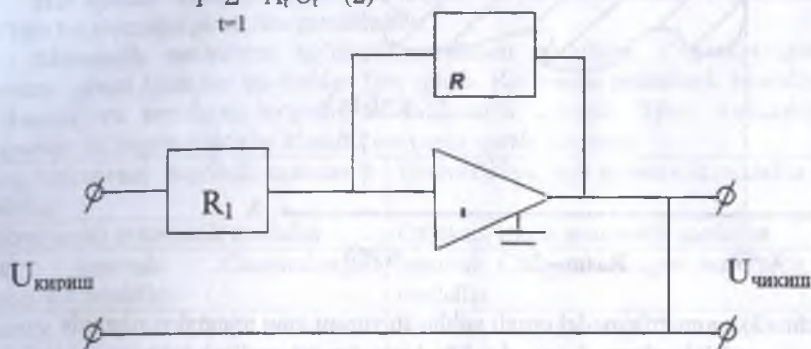
ifodalaydi. (rasm-2 - da uning elektrik zanjir orqali ifodalangan modeli keltirilgan.)

$U_{bx0}$ ;  $U_{bx}$  - 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:

$$Y = \sum_{t=1}^n A_t U_t \quad (2)$$



Rasm - 2.

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

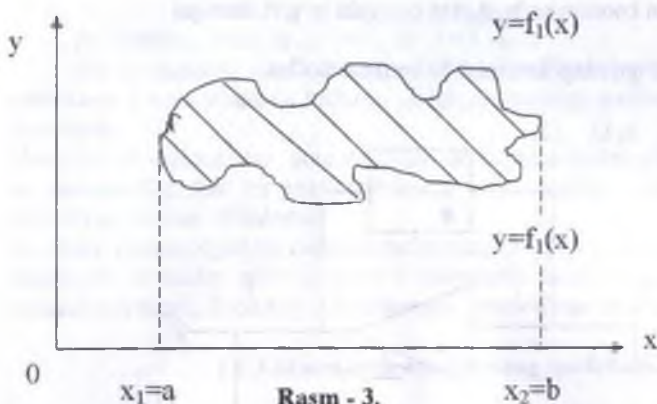
Agar  $R_1$  yoki  $R$ -ni o'rniga, elektr zanjirda kondensator  $S$  joylashtirilsa, «Differensiallovchi» yoki «integrallovchi» qurilmalar hosil qilinadi. SHunday qilib, elektrik zanjir yordamida har bir matematik amalning modelini tuzish mumkin. Xulosa qilish mumkinki, matematik amallarning modellaridan foydalanib, komp'yuterlarning qurilmalarini tuzib, jarayonlarning bog'lanishlarini matematik modellarini aniqlab, avtomatlashtirilgan boshqarish sistemalarini tuzish mumkin. (ABS)

3. Yuzalarni hisoblash modeli

a) Matematik model orqali ifoda:

$$S = \int_{a_1}^{a_2} [f_2(x) - f_1(x)] dx$$

b) Geometrik ko'rinishda (rasm 3)



Rasm - 3.

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

Matematikaning ta'rifida juda ko'p. Shulardan biri quyidagicha: Matematika – abstrakt miqdoriy modellarni qurish va ularni tadqiqoti bilan shug'ullanuvchi fandır.

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

Amalda matematik modellashirishda 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 bu o'rganilayotgan masalaga bog'liqdir. Agar biz o'rganilayotgan 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 qiziqtirsa unda guruhlar nazariyasini qo'llash yana ham qulayroq bo'ladi.

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

#### **Matematik modellar klassifikatsiyasi.**

Matematik modellashirish bo'yicha oxirgi bir necha o'n yillikda shunchalik ko'p ishlar qilinganki, biror bir ilmiy va texnikaviy soha yo'qki, unda

matematik modellashtrish qo'llanilmagan bo'lsa. Matematik modellashtrish 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 alomatlarga asosan guruhlashdir.

Matematik modellarni ko'rinishi, masalani 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:

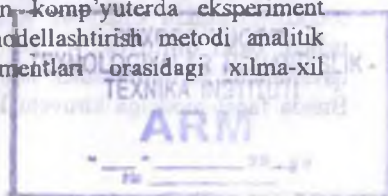
|                                                                                      |                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Aniq funksional bog'liqli matematik modellar                                         | Ehtimolli bog'liqli matematik modellar       |
| Diskret vaqtli matematik modellar                                                    | Uzluksiz vaqtli matematik modellar           |
| Vaqt intervali Chegaralangan matematik modellar                                      | Intervali Chegaralanmagan matematik modellar |
| Fazoviy o'zgaruvchisiz matematik modellar                                            | Fazoviy o'zgaruvchili matematik modellar     |
| Izsis 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 modellarni klassifikatsiyasi ko'pincha mutaxassisning intellektual estetik darajasidan bog'liqdir.

Svirejev Yu.M. (1975) matematik modellarni klassifikatsiyasini quyidagicha beradi: hamma matematik modellar ikki guruhga bo'linadi – analitik va imitatsion modellarga.

Analitik modellar guruhiga masalalarni nazariy tadqiqotiga bag'ishlangan modellar kiradi. Nazariy tadqiqotlar deganda ko'pincha o'sha o'rganilayotgan obyektning turg'unligi, turg'unlik hollari, Chegaraviy davrlarni mavjudligi, bifurkatsion holatlarni dissipativ strukturalari va tebranish davrni aniqlash masalalari tushuniladi. Bunday hollarda biz o'rganilayotgan hodisani kontseptual 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 modellashtrishda masalani 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 ko'riladi. Bunday hollarda asosan komp'yuterda eksperiment o'tkazish metodlari nazarda tutiladi. Bunday modellashtrish metodi analitik metoddan farqli, o'rganilayotgan obyekt elementlari orasidagi xilma-xil bog'liqliklarni hisobga olishi mumkin.



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

### **Matematik modelni qurish metodlari.**

Biz modellarning ahamiyatini, ularni jamiyat taraqqiyotidagi roli, shu jumladan matematik modellashtrish va uning boshqa modellardan qiladigan farqi va turlari haqida gapirib keldik. Xulosa qilib aytish mumkinki, umuman matematik modellashtrish atrof-muhitni o'rganishning asosiy va doimiy quroli hisoblanadi. shunday ekan, atrof-muhitga doir u yoki bu masalalarni o'rganilayotganda matematik modelni 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 kontseptual sxemasini qurish. Bu ikkita asosiy tayanch matematik modelni o'rganayotgan obyekt qanchalik xaqqoniy akslantirishni 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'xtaladi va sho'nga doir misol qaralib chiqiladi.

### **Matematik modellashtrishning asosiy bosqichlari.**

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 shunday qurilishi lozimki, uni deyarli o'zgartirishsiz o'zidan yuqori darajali modelga model osti sifatida kiritish mumkin bo'lsin;
- modelda shunchalik faktorlarni hisobga olish kerakki, qanchalik masalani yechishda zarur;
- model hisobga olinishi zarur bo'lgan faktorlarga nisbatan sezgirlik darajasi past bo'lishi shart (hisobga olinishi mumkin bo'lgan faktorlarning aniq qiymatini eksperimentda aniqlanishini murakkabligini nazarga olgan holda);
- model blokli printsipda qurilishi lozim, ya'ni o'zgaruvchilar to'loji boricha alohida blokda hisoblansin (avtonom holda), toki modelning modifikatsiyasi (o'zgartirish) qulay bo'lishligi uchun.

Birinch 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 Chiziqli tenglamasini nafaqat issiqlik jarayonlarini yozish uchun, balki diffuziya, yer osti suvlarining harakati, gazning po'k (poristik) qavatlardagi fil'tratsiyasidek jarayonlarni o'rganishga ham foydalanish mumkin. Bunda faqat modelga kiruvchi kattaliklarni ma'nosi va o'zgarish kattaliklarni

qiymati o'zgarishi mumkin. Bu erdan kelib chiqadiki, bunday obyektlarning umumiy va asosiy qonunlari bir xil abstraktsiya ko'rinishga ega bo'lishi mumkinligi.

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

Uchinchi qo'yilgan talabni ma'nosi to'liq boricha ikkinchi, uchinchi darajali faktorlarni matematik modellashtirishda hisobga olmaslik, ya'ni modelni murakkablashtirish. Misol, epidemiyani 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 Oynning ta'sirini hisobga olmasak ham bo'ladi, ammo dengiz yoki okeandagi suv toshqinlarini hisoblayotganda biz albatta Oynning tortishini hisobga olishimiz kerak, chunki suv toshqinlari to'g'ridan-to'g'ri Oynning 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 faktorni aniq qiymatini o'lchash mumkin bo'lmasdan qoladi. Sababi yo o'lchashni biror bir aniq mukammal metodikasi yo'q yoki umuman iloji yo'q. Misol, ob-havoni prognozi to'liq hozirgacha taxminiy, hasharotlarni paxta maydonidagi soni, Oynning Er atrofida aylanish traektoriyasining aniq qonuniyati va hokazolar. Bundan kelib chiqadiki, bizning matematik modelimiz har bir hisobga olingan faktorlarni qiymatini aniqlashda juda kichik qo'yilgan xatolikka sezgir bo'lsa, unda bizni modelimiz hech qachon qoniqarli natija bermaydi. Shu sababli model hisobga olinadigan faktorlarga nisbatan qo'pol bo'lishi shart, ya'ni faktorlarning qiymatiga sezgir bo'lmaslik.

Albatta, bunday talab hamma vaqt ham o'rinni bo'lmaydi. Agar biz texnologik jarayonlarni matematik modeli haqida gapirnoqchi bo'lsak to'rtinchi talab o'rinni emas. Bunday talab faqat tabiiy jarayonlarni hisobga olinayotganda o'rindir.

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

Matematik modelni qurish etaplari quyidagilardan iboratdir:

- obyektni o'rganish;
- obyektni obyekt osti bloklarga ajratish, bloklardagi o'zgaruvchilarni aniqlash, bloklar va ulardagi o'zgaruvchilar orasidagi bog'liqliklarni o'rnatish va obyektning kontseptual modelini qurish;
- kontseptual modelni matematika tilida formalizatsiyalash, ya'ni obyektning matematik modelini yozish. Matematik modelni nazariy tadqiqotini o'tkazish;
- qulay komp'yuter tilida modellashtirish algoritmini yozish;
- komp'yuterda 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 gipotezalarning qanoatlantiruvchi miqdoriy bog'liqliklarning ko'rinishidan) va boshlang'ich berilganlarning o'zgarishidan bog'liqligini aniqlash;
- imitatsion eksperiment andozasini yozish va har xil mantiqiy stsenariyalarni ko'rib chiqish.

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

Ikkinchi etapda – yig'ilgan ma'lumotlarni sistemalashtirish, tegishli ishchi gipotezalar yozish va sistemalashtirilgan ma'lumotlarni sxematik ravishda akslantirish tushuniladi. Sistemalashtirilgan ma'lumotlarni sxematik akslantirish – kontseptual modellashdir.

Uchinchi etapda kontseptual model asosida matematik modelni yozish. Bunda albatta o'sha kontseptual model va o'rganilayotgan obyektga nisbatan yurgizilgan ishchi gipotezalarni asosida o'zgaruvchilar orasidagi bog'liqlarni, munosabatlarni, ularni o'zgarish qonunlarining, bloklar orasidagi bog'lanishlarni matematik ifodalar, funktsiyalar 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, ularni o'zgarish sohalari aniqlanadi, modelni asimptotik yechimlarini analizi ko'rib chiqiladi, model turg'unligi tekshiriladi va hokazolar.

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

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

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

Ettinchi etapda modelni amalda qo'llash uchun sinov eksperimentlari o'tkaziladi va aniqlanadi, modelni amalda tadbiq qilish mumkinmi yoki muvofiqlashtirish uchun o'zgartirish talab qilinadimi degan savolga javob izlaniladi.

Sakkizinchi etapda modelni o'z parametrlarining qiymatiga nisbatan sezgirligini, ya'ni parametrlarini aniqlashdagi xatoliklarni 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 etapda 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.

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

Matematik usullar oddiy traditsion usullarni inkor etmasdan, balki ularni yanada rivojlantirishga va obyektiv o'zgaruvchan natija ko'rsatkichlarini boshqa ko'rsatkichlar orqali muayyan analiz (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 qilona foydalaniladi.
- II. Matematik usullar va modellar iqtisodiy va tabiiy fanlarni rivojlantirishda etakchi vosita bo'lib xizmat qiladi.
- III. Matematik usullar va modellar yordamida tuzilgan prognozlarga umumiy amalga oshirish vaqtida ayrim tuzatishlarni kiritish mumkin bo'ladi.
- IV. Iqtisodiy-matematik modellar yordamida iqtisodiy jarayonlar faqat chuqur tahlil qilibgina qolmasdan, balki ularning yangi o'rganilmagan qonuniyatlarini ham ochish imkonini yaratiladi. 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 iqtisodiy xodimlarning mehnatini ilmiy asosda tashkil etadi va boshqaradi.

Iqtisodiy - matematik usullar - bu iqtisodiy va matematik ilmiy fanlar kompleksining nomidir. Bu fanlar butun iqtisodni har tomonlama matematika yordamida tahlil etish uchun ishlatiladi. Birinchi marta uni akademik V.S. Nemchinov ishlatdi.

Bu kompleksni bitta tahlil obyekti bor - bu ham bo'lsa iqtisoddir. Boshqa iqtisodiy fanlarga qaraganda, kompleks iqtisodni har xil matematik usullar bo'yicha tahlil qilish mumkin.

Asosiy iqtisodiy - matematik usullarga quyidagi usullar kiradi:

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

- a) dispersiya tahlili (analiz).

- b) korrelyatsiya 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 programmashtirish
- a) Chiziqli programmashtirish.
  - b) kasr-Chiziqli programmashtirish.
  - v) butun sonli programmashtirish.
  - g) dinamik programmashtirish.
  - d) stoxastik programmashtirish.
  - e) o'yinlar nazariyasi va boshqalar.
4. Bozor iqtisodiyotiga taalluqli usullar:
- a) erkin raqobat (konkurentsia) 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 hayotiyiligi, 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 haqiqiyiligi 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:

Birinchi 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'rajaadi.

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

Ettinchi 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 programmalashtirish usulini asosiy masalalari

### 1.2.a) Chiziqsiz programmalashtirish usulini asosiy masalasining qo'yilishi.

Har bitta ishlab chiqarish jarayoning matematik formulasi bilan yozib chiqish mumkin. Masalan, bir nechta tarmoqlarda ( $j=1,2,\dots,n$ ) korxonalar bor. ( $i=1,2,\dots,m$ ). Ularning har biri  $X_j$  mahsulot chiqaradi. Mahsulotlardan olinadigan daromadni  $C_j$  bilan belgilaymiz. Undan keyin yalpi daromadni  $\sum_{j=1}^n C_j X_j$  ni hisoblash mumkin. Maqsad shu daromadni albatta iloji boricha ko'p olish kerak. YA'ni  $\sum_{j=1}^n C_j X_j \rightarrow \max$  maksimumga intiladi.

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

- Bu maqsad funktsiyani hisoblash formulasini ifodalaydi.

Bu maqsadga etish uchun bir nechta shartlar bajarilishi kerak.

Ya'ni:

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

$a_i x_j \leq b_i$  bu erda  $a_j$  -har bitta mahsulotga  $i$  korxonada  $j$  - tarmoqda ketadigan xarajat normativlari.

2)  $X_j \geq 0$

Shu ketishda, bu Chiziqli programmalashtirishning umumiy masalasini yozib chiqdik:

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

$$a_i x_j \leq b_i$$

$$x_j \geq 0$$

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

Ikkinchi usul - bu taqsimlash usulidir. Chiziqli programmalashtirishning bu usulida bajariladigan asosiy vazifa - transport masalasi bo'lib 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 buladi.

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 programmalashtirish.

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

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

SHartlar bo'yicha

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

Bu erda  $F(x)$  maqsad funktsiyasini bildiradi. U - kasr Chiziqli funktsiya orqali ifodalanadi.

-  $g(x)$  shartlar funktsiyasi.

-  $b$  Chegaralanish vektori

Bu masalada maqsad funktsiyasini Chiziqli usulda yozilsa, shartlar tizimi kasr Chiziqli usulda yozilishi mumkin.

Butun sonli programmalashtirish. Bu turdagi programmalashtirish Chiziqli programmalashtirishning 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, korxonani stol, tsu ishlab chiqarishi, korxonani joylashtirish va x.k.

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

Matematik programmalash masalasi deganda umumiy holda funktsiya  $g(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \}$   $b, I = [1, m]$  (1) munosabatlarni qanoatlantiruvchi va  $Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  funktsiyani maksimum, minimumga aylantiruvchi  $x_1, x_2, \dots, x_n$  noma'lumlarning qiymatlarini topish masalasi nazarda tutiladi. Bu masala shartlarini qisqacha shunday yozish mumkin.

$$g_i(x_1 x_2 \dots x_n) \leq b_i, I = \overline{1, m} \quad (2)$$

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

Bu erda  $g_i(x_1 x_2 \dots x_n)$  va  $f(x_1 x_2 \dots x_n)$  berilgan funksiya  $b_i, I = \overline{1, m}$  lar o'zgarmas sonlar, (1) shartlar masalaning Chegaraviy shartlari,  $Z = f(x_1 x_2 \dots x_n)$  funktsiya esa maqsad funktsiyasi deb ataladi. (1) dagi har bir munosabat uchun  $\leq, =, \geq$  belgilardan faqat bittasi o'rinli bo'ladi va shu bilan bir qatorda turli munosabatlarga to'la belgilar mos bo'lishi mumkin.

Ayrim Chiziqli programmalash masalalarida  $x_1 x_2 \dots x_n$  o'zgaruvchilarning ba'zilariga yoki hammasiga mantiy bo'lmaslik sharti ko'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 funktsiyalar bo'lgan holda barcha o'zgaruvchilarning noma'ntiy bo'lishligi talab qilinsa, bu masala Chiziqli programmalash masalasi bo'ladi. Aksincha, agar bu funktsiyalardan kamida bittasi Chiziqli funktsiya bo'lsa, masala Chiziqli 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:

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

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) \in E_n \quad (4)$$

bu erda  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$   $n$  o'lchovli vektor (nuqta),  $E_n, n$  o'lchovli Evklid 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'mantiy bo'lishlik sharti quyilmasin hamda  $m < n$  bo'lib,  $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$  funktsiyalar uzluksiz va kamida ikkinchi tartibli xususiy hosilaga ega bo'lsin. Bu holda Chiziqli programmalash masalasi quyidagi ko'rinishda yoziladi.

$$g_i(x_1 x_2 \dots x_n) = b_i, I = \overline{1, m} \quad (5)$$

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

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 bazilariga  $\leq$ , bazilariga esa  $\geq$  belgilar mos kelsa bu tengsizliklarni osonlik bilan bir xil ko'rinishga keltirish mumkin. Bundan tashqari

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

shartni

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

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

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

$$x_i \geq 0 \quad (i=\overline{1, n}) \quad (7)$$

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

Noma'lumlarning nomanfiylik sharti (7) qatnashmagan masalarga 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:

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

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

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

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:

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

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

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

Bu masala chekli o'lchovli Chiziqsiz programmalash masalasining umumiy ko'rinishidan iborat bo'lib, bunda  $f(x_1 x_2 \dots x_n)$  - maqsad funktsiyasi  $g_i(x_1 x_2 \dots x_n)$  Chegaraviy funksional  $G$ - masalaning aniqlanish sohasi,  $G$  to'planing

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

$$\sum (x^*) \in G \text{ dan iborat bo'lsin.}$$

$$\text{Agar } f(x^*) \leq f(x^*) \quad [f(x^*) \geq f(x^*)] \quad (15)$$

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

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

Yuqoridagi (6) (9) (11) masalalarni yechish uchun Chiziqli programmalashdagi simpleks usulga unshagan 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 (botik) bo'lgan masalalardir.

Bunday masalalar kavariq programmalash masalalari deb ataladi.

Kavariq 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

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

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 takribiy usullar yaratilgan. Chiziqsiz programmalash masalalarini jumladan kvadratik programmalash masalasini takribiy yechish usullaridan biri gradient usulidir. Gradient 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'zgarmaydigan masalalarni statik masalalar deb ataymiz. Parametrlari o'zgaruvchan miqdor bo'lib, ular vaqtning funktsiyasi deb qaralgan masalalar dinamik programmalash masalasi deyiladi. Bunday masalalarni yechish usullarini o'z ichiga olgan matematik programmalashning tarmogini dinamik programmalash deb ataymiz. Dinamik programmalashning usullarini faqat dinamik programmalash masalalarini yechishda emas, balki ixtiyoriy Chiziqsiz programmalash masalalarini yechishda ham qo'llash mumkin.

## 1.2. 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 birligini ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan  $i$ -vositasining miqdori  $A_{ij}$  birlikni tashkil kilsin. Ishlab chiqarishni shunday rejalashtirish kerakki, natijada Chegaralangan vositalardan foydalanib pul ifodasida ( $s_j$ ) 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  $\sum_{j=1}^n a_{ij}\omega_j$  birlikni tashkil qiladi. Sarf qilingan barcha vositalarning bahosi ishlab chiqarilgan mahsulot bahosidan oshmasligi kerak, ya'ni

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

Barcha mavjud vositalarning bahosi  $\sum_{i=1}^m b_i\omega_i$  orqali ifodalanadi. SHunday qilib, berilgan (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 o'nga ikkilangan masala iqtisodiy nuqtai nazardan quyidagicha interpretatsiya qilinishi mumkin:

#### Berilgan masala.

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

#### Ikkilangan masala.

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

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

Ko'rinadiki, berilgan va ikkilangan masalalarning matematik modellari orasida o'zaro bog'lanish bor. Berilgan masaladagi koeffitsientlardan tashkil topgan  $A$  matritsa ikkilangan masalada transponirlangan matritsa bo'ladi, berilgan masaladagi Chiziqli funktsiyaning  $C_j$  koeffitsientlari ikkilangan masalada ozod hadlardan, berilgan masala shartlaridagi ozod hadlar ikkilangan masalaning Chiziqli funktsiyaning koeffitsientlaridan 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:

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

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

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

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 funktsiyaga 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 koeffitsientlaridan tashkil topgan matritsadir. Bu masalalarning optimal yechimlari o'zaro quyidagi teorema asosida bog'langan.

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

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

Agar bu masalalardan birining Chiziqli funktsiyasi Chegaralanmagan bo'lsa, u holda ikkinchi masala ham xech 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'lmalik sharti quyiladi.

#### 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 funktsiyaga 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 funktsiyaga maksimal qiymat bersin. Tengsizliklar sistemasini qo'shimcha o'zgaruvchilar yordami bilan tenglamalar sistemasiga aylantirish mumkin. SHuning uchun simmetrik ikkilangan masalalarni simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalaga aylantirish mumkin. Demak, simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalarning yechimlari haqidagi teorema simmetrik ikkilangan masalalar uchun ham o'z kuchini saqlaydi.

Ikkilangan masalalarning matematik modellari

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

Simmetrik bo'lmagan 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, bo'nga erishish uchun 1-tengsizlikni -1 ga ko'paytirib chiqish kerak. Natijada quyidagi simmetrik ikkilangan masalalarni hosil qilamiz.

Berilgan masala:

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

$$x_j \geq 0$$

$$y = 1, 2, 3$$

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

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

$$x_j \geq 0$$

$$j = 1, 2, 3$$

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

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'nalishlarning matematik modellar yo'rdamida tahlil etishni o'rgatadi. IMM yordamida moddiy, mehnat va pul resurslaridan oqilina foydalaniladi, hamda iqtisodiy va tabiiy fanlarning rivojlanishida etakchi vosita bo'lib xizmat qiladi, tuzilgan programmalarga ayrim tuzatishlarni kiritish mumkin. Talabalar modellashtirish, model tuzish bosqichlari, model turlari bilan tanishib, qanday model tuzishga qiziqib qolishadi, bu ularni ijobiy qobiliyatlarini namoyon etishga chorlaydi.

### Takrorlash uchun savollar:

1. Matematik model ta'rifini ifodalang.
2. Matematik model va boshqarishning bog'lanishini qanday ifodalaysiz?
3. Chiziqli programmashtirishning ta'rifini ifodalay olasizmi?
4. Echim turlarini ifodalang.

5. Qanday masalalar Chiziqli masalalar hisoblanadi?
6. Qanday masalalar Chiziqsiz masalalar hisoblanadi.
7. Qanday ko'rinishdagi yechimlarni bilasiz?

## §2. IQTISODIY-MATEMATIK MADELLASHTIRISHNING 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 ularni 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 obyektini yoki obyektlar sistemasini namunasidir. Model tushunchasi biologiya, medicina, fizika va boshqa fanlarda ham qo'llanadi.

Modelning hayotiyligi 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'qilab o'tish kerakki, ortiqcha soddalashtirilgan model ko'yilgan talablarga yaxshi javob bera olmaydi. O'ta murakkab model esa masalani yechish jarayonida qiyinchiliklar tug'diradi.

Ifodalangan model yordamida kuzatilayotgan obyektning bilish modellashtirish deyiladi. Modellashtirish jarayonini sxemasi quyidagicha:

| obyekt | kuzatuvchi | maqsad | model |
|--------|------------|--------|-------|
|--------|------------|--------|-------|

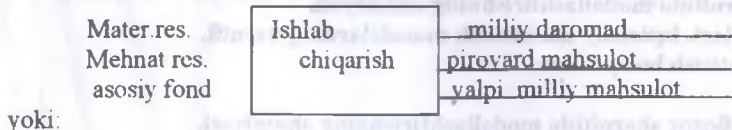
Bu sxemani asosiy bloki "maqsad" bloki hisoblanadi, chunki ko'yilgan maqsadga ko'ra bitta obyektning har xil modellari tuzilishi mumkin. Obyekt sifatida biror bir korxonani olsak, agar kuzatuvchini maqsadi bu obyektning ishlab chiqarish jarayonini o'rganish bo'lsa bu holda modelni parametrlariga korxonaning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

Agar kuzatuvchining maqsadi shu korxonaning sotcial tomonlarini o'rganish bo'lsa, unda sotsiologik-matematik model tuzilib xususiy usullar bilan echiladi. Parametrlar sifatida, ishchilarning soni, turmush darajasi, oladigan daromadi, ish sharoitlari, demografik strukturasi va parametrlar qo'llanadi.

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

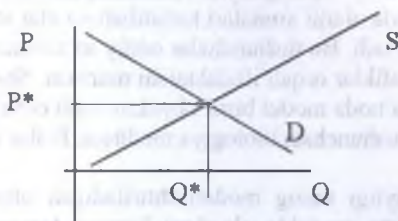
Modellashtirishning universal usul sifatida boshqa usullarga qaraganda afzalligi nimadan iborat?

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.



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

Bozor mexanizmini grafik usulda tasvirlash mumkin.



Albatta bu erda ko'p muammolar tug'iladi. Masalan qanchalik modelni soddalashtirish mumkin. O'ta soddalashtirilgan model ko'yilgan talabalarga 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. Modelni parametrlarini bir necha marta o'zgartirib obyektning faoliyatini 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) odamni fikrlash jarayoni bilan chambarchas bog'langandir. Bunday modellar bilan operatsiyalar miyada amalga oshiriladi. Misol qilib hayvonlarni harakatini keltirish mumkin.

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

Fizik modellar real obyektni fizik tabiatini aks ettiradilar va asosan fizik xossalarni 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 modellashtirishni imkoniyatlari chegaralangan, chunki sistemani 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, funktsional, logik sxemalar orqali ifodalash deb tushiniladi. IMM o'z o'zida funktsional va struktur bo'lishi mumkin.

Funktsional modellar kinish va chiqish parametrlarini bog'lanish funktsiyalarini aks ettiradilar.

Struktur modellar murakkabroq bo'lib, tizimni 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. Modellashtirish bosqichlari.

Iqtisodiy-matematik modellarni tuzish bir nechta bosqichlardan tashkil topadi.

**Birinchi 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 muammoni 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.

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

**Ikkinchi bosqich** - matematik modelning tuzilishi.

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

**Uchinchi bosqich** - modelni matematik tahlili. Bu bosqichni maqsadi modelni umumiy fazilatlarini aniqlash. Bu erda modelni 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. Modellash tirishda bu bosqichning ahamiyati juda muhim. Ma'lumotni real olinishi modellarning ishlatilishini cheklash tiradi. Shunda ma'lumotni tayyorlashga ketadigan xarajatni e'tiborga olish kerak. Bu xarajatl ar modellash tirishdan bergan samaradan kam bo'lishi zarur. Masalani yechish uchun kerak bo'lgan barcha iqtisodiy ma'lumotlar to'g'rilanadi va zarur bo'lsa statistik yo'l bilan qayta ishlanadi. Modelda qatnashadigan koeffitsientlar aniqlanadi. Masalani yechish uchun uning dastlabki matritsasi tuziladi.

**Beshinchi bosqich** - Algoritm larni tuzish, programmalarni tayyorlash va ular asosida masalani hisoblash va yechish. Bu bosqichni murakkabligi shundan iboratki masalani kattaligi va juda katta ma'lumot massivlarini qayta ishlashga to'g'ri keladi. Masalaning matritsasini iqtisodiy informatsiyasi bilan to'ldirilib komp'yuterga kiritiladi.

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

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

### **Tayanch iboralar**

Modellash jarayoni, iqtisodiy tarakkiyotlardagi extimolliklar imitasion modellash, noaniklik sharoitida modellash, algoritm resurslar, dastur, me'zon

### **Xulosa**

Amaliyotda fizik modellar, belgi modellar, iqtisodiy-matematik modellar, funktsional modellar, struktur modellardan foydalanish mumkin, lekin iqtisodiyotda asosan iqtisodiy-matematik modellardan foydalanish yaxshi natijalarga olib keladi. Modellash tirishda talabalar mezonlarni tanlashga aql yuritishadi, tanlangan kasbini mukammal egallashga harakat qiladi.

### **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. Noaniklik sharoitida modellash tirish qanday amalga oshiriladi?
6. Real obyektlar ustida eksperiment o'tkazish mumkinmi?

### §3. DETERMINATCIYALANGAN VA STOXASTIK IQTISODIY - MATEMATIK MODELLAR.

- 3.1. Determinatciyalangan iqtisodiy modellar.
- 3.2. Staxostik iqtisodiy-matematik modellar.

#### 3.1. Determinatciyalangan iqtisodiy modellar.

Determinatciyalangan 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 talafuzli modellar kiradi.

I. Bunday modelga misol qilib to'qimachilik sanoatida ishlab chiqarishdagi mashinalarining unumdorlik tenglamasini olamiz ( $H_k$ /soat),

$$H=0,06\pi d_n TK_n \quad (a).$$

Bu erda  $d$  - ishlab chiqaradigan organinmg diametri, ( $M_{atr}$ );  
 $T$  - ishlab chiqarilgan mahsulotning chiziq mustahkamligi;  
 $n$  - ishlab chiqariladigan organining aylanma chastotasi, min ;  
 $K_n$  - foydali vaqt koeffitcieni.

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

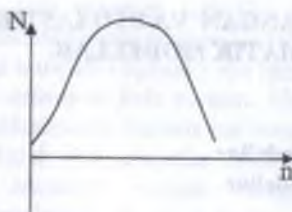
Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, yozma ifodalaydigan modellar, ko'pincha optimizatciyalashgan modellar tarkibiga uni tashkil qiluvchi asosiy qismiga kiradi. Bunday turdagi modelni quyidagi misolda ko'ramiz:

Determinatciyalangan optimizatciyali 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  $T=const$ ,  $d=const$  deb qabul qilinadi:

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

Eksperimental ma'lumotlarga asoslanib, dastgohlarni unumdorligining aylanma chastotasi orasidagi egri Chiziqli grafigini chizamiz (rasm b).



Rasm - B

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

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

kvadratik funktsiyani ifodalaydi.

Bunday ishlab chiqarishning o'zgaruvchanligi to'qimachilik sanoatidagi barcha uskunalarga va engil sanoat tikuv tcexlardagi uskunalar 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 mumkiniki dastgohning unumdorligi eng katta qiymatga erishadi. Buning uchun tenglamani  $n$  bo'yicha diferentseyalab, nolga tenglashtirib kritik nuqtani abtcissasini aniqlaymiz :

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

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

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 hosil qilamiz:

$$N_{max} = 0.03 \pi db \text{ TK/a} \quad (g)$$

Shu tarzda yozma model tegishli o'zgarishlar natijasida optimizatsiyalashadi- optimal ko'rinishni qabul kildi.

III. Boshqa xil turdagi determinatsiyalashgan optimallashtiruvchi oddiy modellarga ehtiyojlarni optimal boshqarish hisoblanadi, unda mahsulotlarni etkazib berish va xom ashyolarning xarajatlarning optimal hajmining o'lchovi Q

uchun aniqlanadi, xom ashyolarning etkazib berish va omborlarga saqlaydigan xarajatlardan tashkil topadi.

Bu model quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$Q = \sqrt{2PC_1 / C_2} \quad (d)$$

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

C1 -transport tayyorlov xarajatlari,

C2 -xarajatlarni o'lchovining proporcionalligi.

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 matritcali rejalashtirish modellari kiradi.

Texnologik sanoatning matritcali 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 matritcali modeli kiradi. Boshqarish va rejalashtirish sistemasida tarmoqlararo balansning muhimligini hisobga olgan holda, uning modelini tuzish mumkin.

#### Tarmoqlararo balans sistemasi

Iqtisodiy - matematik modelini tuzish uchun quyidagi o'zgaruvchilarni kiritamiz, buning uchun:

yalpi mahsulot modelidan foydalanamiz, bunda:

Xi -ishlab chiqarishning yalpi mahsulot hajmi.

Yi - tayyor mahsulotning hajmi,

Xij - j tarmoqda, mahsulot ishlab chiqarish uchun i tarmoq mahsulotlarining xarajatlari,

Zj- tarmoqqa tashkil etilgan foyda

Bulardan foydalanilib quyidagi balans sistemalarini hosil qilamiz

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + U_i = X_i$$

\*\*\*\*\*

$$\sum_{j=1}^n X_{nj} + U_n = X_n$$

mahsulot taqsimlanishi

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + Z_i = X_i$$

\*\*\*\*\*

$$\sum_{j=1}^n X_{nj} + Z_n = X_n$$

mahsulot xarajatlari

Tarmoqlararo balansning parametrlari – bu to'g'ri va to'liq xarajatlarning koeffitsientidir. Agar to'g'ri xarajatlar koeffitsienti  $a_{ij}$  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:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i = x_i$$

\*\*\*\*\*

$$\sum_{j=1}^n a_{nj} x_j + y_n = x_n$$

yoki matritsali formada:

$$AX + Y = X,$$

Bundan

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

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

$E$ -birlik vektor. To'liq xarajatlar koeffitsienti 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 **halq** 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 optimallashtiradigan modelga Chiziqli va noChiziqli programmashtirishda ishlatiladigan, yangilashtirilgan iqtisodiy sistemalar kiradi. Umumiy Chiziqli programmashtirish masalasi quyidagi model ko'rinishda bo'ladi.

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

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

$$x_i \geq 0 \quad \text{Hamma } i \text{ qiymatlar uchun.} \quad (3)$$

Bu erda  $x_i$  - o'zgaruvchan,  $c_i, b_i, a_{ij}$ , berilgan o'zgarmas miqdorlar  $L(X)$  maqsad funktsiya 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 laureati 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 maksimalashtirish kerak bo'lsa, u holda funktsional tenglamaga tegishli bo'lgan optimallashtirishning i qadamini ( $i = 2, 3, 4, \dots, N$ ) quyidagicha yoziladi.

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

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

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

Bu erda  $T(p)$ - o'zgartirish,  $T$  i-qadamga  $r_i$  qiymati;

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

### 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 engil sanoatida 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'rsatkichlarni amaliyotda, tajribada - statistik ma'lumot, kuzatishlar 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'rmini tez almashtursa 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 kat'iy nazar, ularning raqanli xarakteristikalar quyidagicha topiladi:

Diskret tasodifiy holat uchun:

Matematik kutilish

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

Dispersiya

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

Bu erda  $x_i$  va  $p_i$  - tasodifiy kattalik  $x_1, x_2, \dots, x_n$  va  $p_1, p_2, \dots, p_n$  ularga tegishli  $p_i$  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 erda  $f(x)=F(x)$ -uzluksiz (cheksiz) tasodifiy kattalikning taqsimlanish mustahkamligi.

Aralash tasodifiy kattalik uchun:

$$M[x] = \sum_{i \in s} x_i p_i + \int_s k f(x) dx$$

$$D[x] = \sum_{i \in s} (x_i - mx)^2 p_i + \int_s (x - mx)^2 F(x) dx$$

Bunda funktciya barcha uzilish nuqtalarida, qo'shish olib boriladi. Integratsiyalash esa funktciyaning 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:

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

Bu erda  $\sigma^2 = D = D[x]$  tasodifiy kattalik,  $X$  deyarli raqamli parametrlar bilan topiladi. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, cheksiz tasodifiy kattalikning normal taqsimlanishi engil sanotida mahsulot sifati xarakteristikasini taqsimlashda ko'p uchraydi.

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

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

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

To'qimachilik va engil sanoat ishlab chiqarish protsesslarni analiz qilish shuni ko'rsatdiki, «Puasson - qonuni» ga ko'pgina obyekt funktsiyasini 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 funktsiyalardir:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_mx_m$$

Bu erda  $b_0$  - aniqlash funktsiyasining xatosi;

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

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

Keltirilgan tenglamada regression bog'lanish to'g'ri chiziqli 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 funktsiya,  $x_1, x_2, x_3, x_m$  - argumentlardan bog'liq bo'lsa, u holda  $\{M[x] = y = f(x)\}$  modelni determinatsiyalashtirilgan matematik programmashtirish masalasi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$F(x_i) - \max$$

Quyidagi cheklanishlar o'rinli bo'lganda

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j < d_j \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

$$x_j > 0$$

Bu erda  $a_{ij}$  - koeffitsientlar,  $x_i$  - xarakterlovchi resurs xarajatlar normativi,  $d_j$  - resursning maksimal o'lchami.

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

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

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

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

Stoxastik model uchun funktsional Chegaralash quyidagi tenglik orqali aniqlanadi:

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

$$0 \leq p_j \leq 1$$

$$x \geq 0$$

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 masalalarini 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. Giedenko va hokazolarning mehnatlari singan. Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi dastlab oddiy telefon stanteyalarida, 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 engil sanoatida ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi ko'p ishlatiladi.

Agar ommaviy xizmat ko'rsatish modeli sistemasi tavakkalilik bilan bog'liq bo'lsa, u holda noaniqlik sharoiti yuzaga keladi. Bu holat o'rganilayotgan iqtisodiy sistema tasodifiy voqealar qonunining qaysi biringa kirishi aniq emas. Shu sababli stoxastik model tuzishda noaniq holat, (engil sanoatida talabga qarab bo'lajak model tuzulishi)da maxsus uslublardan foydalaniladi. Berilgan masalalarini 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, stoxastik model, matematik kutilma, tasodifiy Chiziqli funktsiyalar, o'yin nazariyasi.

### **Xulosa**

Determinatsiyalangan oddiy modellar – iqtisodiy masalalarni yangilash guruhining oddiy bir turi bo'lib, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisoblashlarda ishlatadigan analitik talaffuzli modellar kiradi. Masalan, dastgohlarni unumdorligining aylanma chastotasi parabola tenglamasi orqali ifodalanishini nazarga olgan holda, u ekstremal qiymatga egaligi matematikaga ma'lum, yoki

ehtiyojlarni optimal boshqarish modeli, determinatciyalashgan model orqali ifodalanadi. Agar model tasodifiy holatlarni ifodalasa, stoxastik modellar turlariga kiradi. Shunday qilib, talabalar iqtisodiy modellarning turlari bilan tanishadilar.

### **Takrorlash uchun savollar:**

1. Engil sanoatida qo'llaniladigan iqtisodiy matematik modellarga misollar keltira olasizmi?
2. Determinatciyalanadigan optimizatciyali modelga misol keltiring.
3. Kvadratik funkciya modeliga to'qimachilik sanoati uchun misol keltira olasizmi?
4. Qanday modellarga murakkab determinatciyalashgan model deyiladi?
5. Stoxastik modellar qanday holatlarni ifodalaydi?
6. Ommaviy xizmat ko'rsatish model sistemasi qanday modellarga kiradi?

## II- BOB

# FIRMA, KORXONANING MAHSULOT ISHLAB CHIQRISH MASALASINI GRAFIK USULDA ECHISH.

### §4. FIRMA, KORXONANING MAHSULOT ISHLAB CHIQRISH MASALASINING IQTISODIY - MATEMATIK MODELI. CHEKLANISHLARNING GEOMETRIK MODELI

4.1. Masalaning iqtisodiy - matematik modeli.

4.2. Ko'pburchakli yechimlar sohasi.

4.3. Echimlarga ega bo'lgan va ega bo'lmagan hol. Maqsad funktsiyaning ekstremal qiymatini grafik usulda aniqlash.

#### 4.1. Masalaning iqtisodiy - matematik modeli.

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

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

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

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

Shunday qilib, (1) -chi va (2)-chi cheklanishlar va (3)-chi maqsad funktsiya 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:  $a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_n x_n = 0$

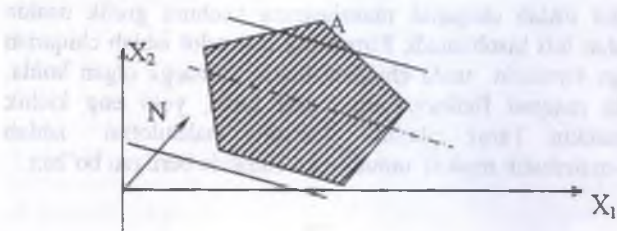
xususiy holda, 3 ta o'zgaruvchidan bog'liq bo'lib, ba'zi bir cheklanishlarda no'malumlarining qiymati nolga teng bo'lsa ( $x_1, x_2, x_3 = 0$ ), bu holda cheklanishlar dekart koordinatalar sistemasida to'g'ri chiziqlarni hosil qiladi. Agar cheklanishlar sistemasi 2 ta no'malumlardan hosil bo'lgan bo'lsa, bu holda tekislikda ko'p burchakli yechimlar sohasini hosil qiladi. Tengsizliklarni tenglamalar bilan almashtirilgan holi

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

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

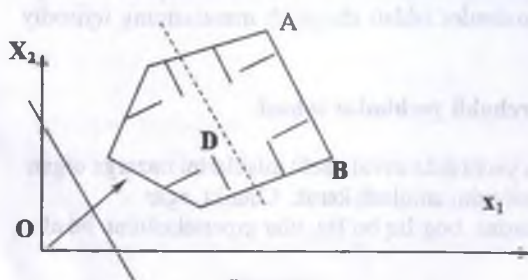
Maqsad funktsiya ko'p burchakli yechimlar sohasida birta yechimga, ko'p yechimga, cheklangan yechimlarga ega bo'lishi mumkin.

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



Rasm-1

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



Rasm-2

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.

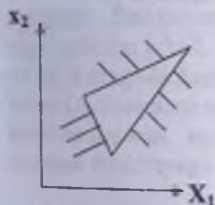
3-chi hol: 3- rasmda soha cheklanmagan hisoblanadi, ya'ni yechimlar sohasi Yuqoridan cheklanmagan.



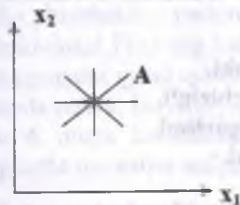
3- rasm.

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

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



Rasm - 4



Rasm - 5

### Tayanch iboralar

Ko'pburchakli yechimlar sohasi, tengsizlik, yarimtekislik, gipertekislik, normal vektor, masad funktsiya chizig'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 funktsiya chizig'i, normal vektor, ochiq va yopiq soha, yechim sohalarning mavjud bo'lmagan hollar, bu holda maqsad funktsiya aniq qiymatga ega bo'lmashligi bilan tanishadilar.

### **Takrorlash uchun savollar:**

1. Firma korxonasining mahsulot ishlab chiqarish masalasini grafik usulda yechishda o'zgaruvchilar soni nechaga teng?
2. Shu masalani echganda tenglamalar soni nechaga teng?
3. Echimlar soni masalani yechishda nechaga teng?
4. Normal vektor nimaga perpendikulyar?
5. Maqsad funktsiya chizig'ini ifodalab bilasizmi?
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, KORXONANING MAHSULOT ISHLAB CHIQRISH MASALASINI ECHIMINI GRAFIK USULDA ANIQLASH**

**5.1. Masalaning qo'yilishi.**

**5.2. Maqsad funktsiya 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 funktsiyaning eng katta qiymatini aniqlaymiz, funktsiyaning 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:

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

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

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

### 5.2. Maqsad funktsiya 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,  $C = C(C_1, C_2)$  ni normal radius-vektor deb belgilasak, maqsad funktsiya chizig'i quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$C_1 x_1 + C_2 x_2 = h$$

Bu erda:  $h$  - xohlagan son.

Maqsad funktsiya chizig'i, to'g'ri chiziqli tenglamasiga o'xshash

$$Ax + By + C = 0.$$

Ma'lumki,  $j = 1, 2$  bo'lganda maqsad funktsiya quyidagi ko'rinishda bo'ladi

$$F(x) = C_1 x_1 + C_2 x_2 \rightarrow \max (\min).$$

Endi, shu radius vektorga  $-\overline{C}$  ga perpendikulyar qilib, maqsad funktsiya chizig'ini o'tkazamiz. Maqsad funktsiyaning qiymati radius - vektor  $C$  ning koordinatalaridan iborat bo'ladi. Agar shu maqsad funktsiyaning chizig'i,  $C$  - vektoring yo'nalishi bo'yicha, o'z o'ziga parallel qilib ko'chirilsa, u holda maqsad funktsiyaning chizig'i ko'pburchakli yechimlar sohasini biror cho'qqisidan o'tadi. Bu cho'qqida funktsional  $F(x)$  eng katta qiymatga erishadi, ya'ni  $A$  nuqtada funktsional 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 funktsiyaga qo'yib, uning eng katta qiymatini aniqlaymiz.

### 5.3. Grafik usulining algoritmi.

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

$$N = 1(C_1, C_2) = \overline{C}$$

3.  $N$ -radius vektorga perpendikulyar qilib maqsad funktsiya to'g'ri chizig'ini o'tkazamiz:  $C_1 x_1 + C_2 x_2 = h$

4. Maqsad funktsiyaning 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 echamiz, ya'ni:

$$l_1 x l_2 \rightarrow A(x_1, x_2)$$

5. Maqsad funktsiyaning qiymatini A nuqtada hisoblaymiz:

$$F(A) = C_1 x_1 + C_2 x_2 \rightarrow \max$$

Maqsad funktsiya 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 funktsiyaning eng katta qiymati hisoblansin.

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 \leq 20 \\ 8x_1 + 5x_2 \leq 40 \\ 5x_1 + 6x_2 \geq 30 \end{cases} \quad (1)$$

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

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

Buning uchun cheklanish tengsizliklarini to'g'ri chiziqlar bilan almashtirib, ularni dekart koordinatalar sistemasida  $l_1$  tenglama ko'rinishida aniqlaymiz.

I. Avval birinchi  $l_1$  chiziqning koordinatalar o'qlari bilan kesishgan nuqtalarini aniqlaymiz:

$$l_1 \rightarrow 2x_1 + 5x_2 = 20$$

$l_1$  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 koordinatalari aniqlandi, ya'ni A nuqta, A(0, 4) koordinatalarga ega ekan.

Yana agar  $l_1$  da  $x_2 = 0$  qabul qilinsa, bu holda tenglama quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$2x_1 = 20$$

Ya'ni, bundan  $x_1 = 10$  bo'ladi,  $x_1$  koordinata o'qida  $l_1$  chiziq V nuqta, V(10, 0) nuqtadan o'tadi. Xuddi shu usulda  $l_2$  tengsizlikni tenglama bilan almashtiramiz, koordinata o'qlari bilan kesadigan nuqtalarni aniqlaymiz.

II.  $t_2 \rightarrow 8x_1 + 5x_2 = 40$  tenglamada  $x_1 = 0$  bo'lsa,  $5x_2 = 40$  ga teng bo'ladi, bu tenglikdan  $x_2 = 8$ , ya'ni  $S(0,8)$  bo'ladi, endi  $x_2 = 0$  bo'lsa,  $x_1 = 5$ ,  $D(5,0)$  koordinatalarga ega bo'ladi.

III.  $t_3$  chiziqli uchun  $t_3 \rightarrow 5x_1 + 6x_2 = 30$ , agar  $x_1 = 0$  bo'lsa, bunda  $x_2 = 5$  bo'ladi, ya'ni  $E(0,5)$  koordinatalarga ega bo'ladi.

$x_2 = 0$  bo'lganda,  $x_1 = 6$ ,  $F(6,0)$  koordinatalarga ega ekan. Aniqlangan nuqtalarni tutashtirib,  $D$  sohaning mavjudligini aniqlaymiz, buning uchun yarim tekisliklarga nisbatan nuqtalarning joylashganini aniqlaymiz:

a)  $t_1 \rightarrow 2x_1 + 5x_2 \leq 20$   
tengsizlikni  $x_2$  - ga nisbatan aniqlaymiz.

$5x_2 \leq 20 - 2x_1$   
bundan  $x_2$  o'zgaruvchini aniqlaymiz.

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

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

Ikkinchi tengsizlikning geometrik ma'nosini aniqlaymiz.

b)  $t_2 - 8x_1 + 5x_2 \leq 40$

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

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

Bu to'g'ri chiziqdan nuqtalari pastda joylashadi, ya'ni  $t_2$  nuqtalar to'g'ri chiziqda pastda joylashgan ekan.

Uchinchi tengsizlikning geometrik ma'nosini aniqlaymiz.

v)  $t_3 - 5x_1 + 6x_2 \geq 30$

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

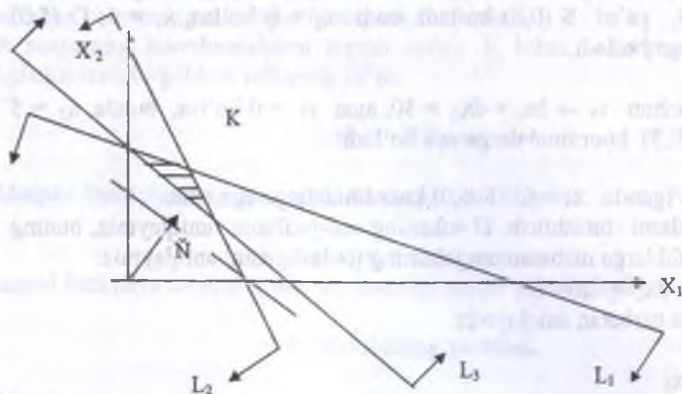
Bu tengsizlikni  $x_2$  ga nisbatan ehamiz.

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

Yarim tekisliklarni Dekart koordinatalar sistemasida joylashtirib, uchburchakli yechimlar sohasini aniqlaymiz

Normal radius vektorni koordinatalarini aniqlaymiz:

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



Rasm - a.

Bu uchta yarim tekislikning nuqtalari to'g'ri chiziqlarga nisbatan Yuqorida, yoki pastda joylashgan (Rasm a). Maqsad funktsiya chizig'i esa  $50x_1 + 40x_2 = h$  bo'lib, chiziqlarning koordinatalarini aniqlaymiz, u radius vektorga perpendikulyar bo'ladi. Maqsad funktsiyasining chizig'i ko'p burchakli yechimlar sohasini  $K(x_1, x_2)$  nuqtasida kesishadi, shu  $K^*$  nuqtaning koordinatalarini topamiz. Buning uchun  $l_1$  bilan  $l_2$  tenglamalarni sistema ko'rinishida echamiz, chunki  $K$  nuqta  $l_1$  va  $l_2$  chiziqlarni kesishish nuqtasida joylashgan.

$$l_1 \rightarrow 2x_1 + 5x_2 = 20$$

$$l_2 \rightarrow 8x_1 + 5x_2 = 40$$

Ikkinchi tenglamadan birinchi tenglamani hadlarini mos ravishda ayirib hosil qilamiz.

$$6x_1 = 20, \text{ bundan}$$

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

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

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

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

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

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

### Tayanch iboralar

Ko'pburchakli yechimlar sohasi, tengsizlik, yarimtekislik, gipertekislik, normal vektor, maqsad funktsiya chizig'i, algoritim, 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 funktsiya 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 usulni natijasini Dekard koordinatalar sistemasida ko'radi.

### Takrorlash uchun savollar:

1. Grafik usulda yechimni aniqlanishini algoritmi?
2. Fima korxonasining mahsulot ishlab chiqarish masalasini grafik usulda yechishda o'zgaruvchilar soni nechaga teng?
3. Shu masalani echganda tenglamalar soni nechaga teng?
4. Echimlar soni berilgan masalada nechaga teng?
5. Normal vektorning koordinatalari nimadan bog'liq?
6. Maqsad funktsiya chizig'ini ifodalab bilasizmi?
7. Yarim tekislik va gipertekislikka misol keltiring.
8. Ekstremal nuqtalar qanday aniqlanadi?
9. Maqsad funktsiyaning qiymati qanday hisoblanadi?

## §6. Chiziqli PROGRAMMALASH TIRISH MASALASINI GRAFIK USULDA ECHIMINI $n > 2$ BO'LGANDA ANIQLASH.

- 6.1. Chiziqli dasturlash masalasini 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 funktsionalning ekstremal qiymatini aniqlash.

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

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

$$F(x) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \rightarrow \max(\min) \quad (1)$$

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

$$\left. \begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ \dots &\dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &= b_m \\ x_j &\geq 0, \quad j = 1, \bar{n} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Ma'lumki ko'p o'zgaruvchidan bog'liq bo'lgan Chiziqli programmalashtirish masalasini grafik usulda yechimni 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 bajarishi 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. Funktsionalning

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

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 m  $x_3$  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 funktsiya (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 masalasini iqtisodiy - matematik modelini quyidagi ko'rinishda hosil qilamiz:

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

agar

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

shartlar bajarilsa.

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

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

Masala: IMM model quyidagi ko'rinishda berilgan:

Maqsad funktsiya

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

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 koeffitsientlardan tuzilgan determinant nolga teng emas:

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

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

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

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

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:

Funktsional

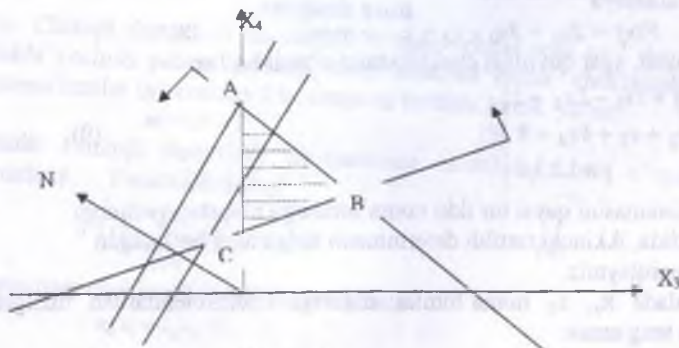
$$F(x) = \frac{11}{2} - \frac{13}{2}x_3 + \frac{7}{2}x_4 \rightarrow \max$$

qiymatini

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

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

$$\left. \begin{aligned} I_2 \rightarrow \frac{x_3}{1} - \frac{x_4}{3} &= 1 \\ I_1 \rightarrow \frac{x_3}{5/2} + \frac{x_4}{5} &= 1 \end{aligned} \right\}$$



Rasm - b

Maqsad funktsiya 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 funkciya 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 funkciyaning 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.

$$\bar{x} = \bar{x}(x_1, x_2, x_3, x_4)$$

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

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

shunday qilib optimal yechimlar:

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

maqsad funkciya eng katta :  $F(x) = 23$  (max) pul qiymatni qabul qiladi.

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

Berilgan cheklanishlarni nazarga olgan holda

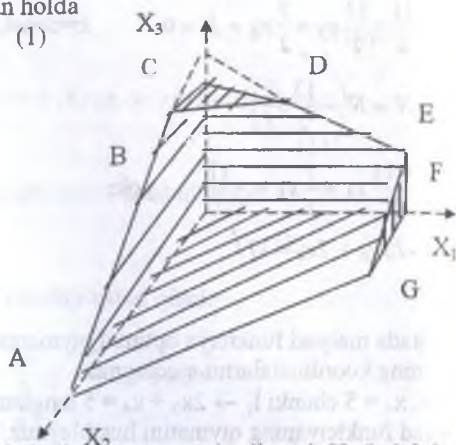
$$Z = 28X_1 + 15X_2 - 12X_3 \quad (1)$$

Chiziqli funktsiyaning eng kichik qiymati aniqlansin.

1

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

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



Berilgan cheklanishlar sistemasi fazoda joyl  $X_2$  1 qavariq jismni,  $X_j$  ( $j=1,2,3$ ) nuqtalar to'plamini qanoatlantiradi. Lekin qavariq jismning  $X$  to'plamidagi nuqtalar soni cheksiz bo'lgani uchun, oddiy tanlash usulida Chiziqli maqsad funktsiyani minimumga tenglashtirib bo'lmaydi.

Chizmadan ma'lumki qavariq jismning sanoqli A,B,C,X,E,F,G,O cho'qqilari mavjud.

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

Shuning uchun optimal yechinni aniqlash mumkin, agar Chiziqli funktsionalga birin ketin cho'qqilarning koordinatalarini qo'yib uning eng kichik qiymatini aniqlaymiz.

Z Chiziqli funktsionalga A,B,C,D,E,E,O nuqtalarning koordinatalari qo'yib hisoblaymiz.

|               |         |               |        |
|---------------|---------|---------------|--------|
| 1) A(0, 5, 0) | $z=75$  | 4) D(2, 0, 3) | $z=20$ |
| 2) B(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 funktsiya 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 funktsiyani maksimum(minimum) qiymati aniqlanadi, albatta aniq bir talabga asoslanib (Masalan, Simpleks usul).

### **Tayanch iboralar**

Ko'p o'zgaruvchi, cheklanishlar soni, o'zgaruvchilar soni, Chiziqli funktsiya, ekstremal nuqta, optimal yechim vektori, yarimtekislik, maqsad funktsiya, 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 aniqlab bilasizmi?
2. Yarim tekislik ta'rifim ifodalang.
3. Grafikda musbatlik sharti qanday aniqlanadi?
4. To'g'ri chiziqni necha usulda hisoblab ko'rsatish mumkin?
5. Optimal yechimning ta'rifim takrorlana olasizmi?
6. Optimal yechim qanday hisoblanadi?
7. Maqsad funktsiya 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 EXCEL – DA, PASKAL-DA OPTIMALLASHTIRISH, IQTISODIY – MATEMATIK MODELLARNING TURLARI.

- 7.1. Iqtisodiy – matematik model, uning umumiy va matritca 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 matritca 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:

$$1. \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \ominus B_i, i=1, m \quad - \text{resurslarga nisbatan cheklanishlar.} \quad (1)$$

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

$$3. F(x) = \sum_{j=1}^n C_j \cdot x_j \rightarrow \max(\min) \quad \text{maksad funktsiya} \quad (3)$$

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

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

$B_i$  - i turdagi ehtiyojlar – xom – ashyo zaxiralari.

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

II hol. Firma yoki korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini modelini matritca ko‘rinishda ifodalash mumkin. Cheklanishlar va maqsad funktsiya matritca ko‘rinishda berilgan bo‘lsin:

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

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

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

bunda,

$$V = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_m \end{pmatrix} \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Ya'ni A to'g'ri burchakli matritsa, B, X, C, 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 xom-ashedan foydalanadilar. Bular  $P_1, P_2, P_3$  turdagi xomashelar 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 daromat  $C_1, C_2, C_3$  pul birligi (m. so'm)ga teng. Yana xom-ashelarning mahsulotlar ishlab chiqarish uchun sarflanadigan normalari  $a_{ij}$  berilgan. Shunday maqsad funkciyaning 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 mahsulotlarni birliklari tonna, metr, litr, dona bo'lishi mumkin. Masalani boshlang'ich qiymatlari quyidagi jadvalga berilgan bo'lsin:

Jadval 1.

| Xom ashyo turlari              | Mahsulotlarni ishlab chiqarishda, xom ashyolar sarflanadigan normalari |       |       | Xom-ashyo 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. Xom ashyolarning sarflanadigan hajmlari xom ashyolar zahiralaridan 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. Nomalumlarning musbatlik sharti bajarilishi kerak,

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

3. Maqsad funktsiyaning 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 masalasining 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 chiqarishi rejada cheklanmagan.

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

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

Masalaning qo'yilishi bunday ko'rinishda, ya'ni mahsulotlarning assortiment bo'yicha ishlab chiqarishi 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:

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

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

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

### 7.2.b.Simpleks tenglamalar sistemasi

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

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

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

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

Noma'lumlarning musbatlik sharti o'rinni

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

Mahsulotlardan olinadigan sof foyda, ya'ni maqsad funktsiya 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 koeffitsientlar 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 funktsiyaning qiymati – olinadigan sof foyda nolga teng bo'ladi:

$$F_0(x) = 0$$

Simpleks jadval quyidagi ko'rinishm boshlang'ich rejada qabul qiladi

| $C_j$ | $P_j$ | $X_0$ | Jadval I. |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |       |       | 100       | 110   | 120   | 0     | 0     | 0     |
|       |       |       | $X_1$     | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ |
|       |       |       |           |       |       |       |       |       |
|       |       |       |           |       |       |       |       |       |
|       |       |       |           |       |       |       |       |       |

|             |       |         |      |      |      |   |   |   |   |
|-------------|-------|---------|------|------|------|---|---|---|---|
| 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 |
| $z_1 = C_1$ |       | $F_0=0$ | -100 | -110 | -120 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Optimallashtirish uchun kalit ustun, kalit (hal kiluvchi) yo'l elementlari va kalit element aniqlanadi.

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:  $\min(x_0/x_3)$  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 yo'l va kalit ustun elementlari kesimida joylashgan.

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

1.  $(x_0/x_{k,k})$  - 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.

Jadval 2.

| $C_j$       | $P_j$ | $X_0$ | 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         | $X_3$ | 0     | 0     | -1    | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| $z_1 = C_1$ |       | 0     | -100  | -230  | 0     | 0     | 0     | 0     | 120   |

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

$$x = a - \frac{b \cdot d}{c}$$



Rasm A.

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

3. Qo'shimcha qoida: Agar kalit yo'l elementlari orasida nolga teng bo'lgan elementlar katnashsa, 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'zgarasdan qoldi, maqsad funkciyaning qiymati xam o'zgaraydi, chunki maqsad funkciya 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** kiluvchi yo'l elementlari). **Hal** kiluvchi element 0,5 ga teng (kalit element).

Rejaga kiritilgan  $M_2$  turdagi mahsulot, yangi simpleks jadvalni elementlarini hisoblashga foydalanadi, hisoblash natijasi uchinchi jadvalga keltirilgan. Bu iteratsiyada **hal** kiluvchi  $X_3$  qatordagi mahsulot hajmi, nolning o'rniga 300 son hosil bo'ladi  $(0 - 150 (-1)/0,5 = 300)$ .

Shunday qilib, agar rejaga  $M_2$  turdagi mahsulot kiritilsa, biz bir vaktida  $M_3$  turdagi mahsulot hajmini aniqladik, oldingi rejada esa bu turdagi mahsulot nolga teng edi.

Simpleks usulni qo'llab, natijalarni uchinchi jadvalda joylashtiramiz:

Jadval 3

| $C_j$     | $P_j$ | $X_0$ | 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   |
| $z = C_j$ |       | 69000 | -100  | 0     | 0     | 0     | 0     | 460   | -18   |

Maqsad funkciyaning qiymati  $F(x) = 69000$  mln. so'mga teng bo'ladi. Simpleks usulni qo'llab, hosil kilingan jadval 3-da **hal** kiluvchi ustun  $X_1$  va  $X_4$  **hal** kiluvchi 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 jadvallarni elementlarini hisoblashda avval kalit yo'l elementlari to'ldiriladi, keyin esa matritsaning hamma kolgan elementlari hisoblanadi. Lekin bu tartibni oxirgi simpleks jadvallar tuzishda buzish mumkin. Oxirgi simpleks jadvalda  $S_1, R, X_0$  ustunlarning elementlarini optimal rejada qaysi turdagi mahsulot kiritilgani, ularni umumiy hajmlari, mahsulotlarni birligidan olinadigan sof foydalar, xamda umumiy sof foyda, ya'ni maqsad funkciyaning qiymatini bildiradi.

Oxirgi jadval elementlarini ifodalaymiz.

Jadval 4.

| $C_j$       | $P_j$ | $X_0$  | 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         | $X_5$ | 300    |       |       |       |       |       |       |       |
| $z_1 = C_1$ |       | 109000 | 0     | 0     | 0     | 14288 | 0     | 60    | 2     |

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

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

**Ta'rif 2 :** Echim  $x^* = x(x_1, x_2, \dots, x_n)$  optimal yechim hisoblanadi, agar u yoki ular cheklanishlar va maqsad funktsiyani 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  $300 \leq 300$ . Umumiy sof daromad quyidagicha:

$F_{\text{op}}(x) = 400 \cdot 100 + 300 \cdot 110 + 300 \cdot 120 = 109000$  so'mga teng bo'ladi, bu qiymatni maqsad funktsiya 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 ogan holda, bu masalani Excel –da echamiz.

**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 jadval A –da keltirilgan.

Jadval A

| RESURSLAR                                                | STOLLAR | STULLAR | RESUR LAR HAJMI |
|----------------------------------------------------------|---------|---------|-----------------|
| Yog'och<br>xarajatlari m3                                | 0,5     | 0,04    | 200             |
| Mehnat<br>xarajatlari<br>Odam-soat                       | 12      | 0,6     | 1800            |
| Mahsulot<br>birligidan<br>olinadigan sof<br>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;

$x_2$  – stullar soni.

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

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

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

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

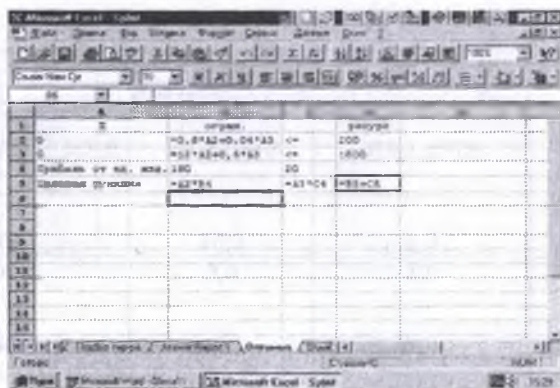
$x_1 \geq 80$  (hokimiyat bilan kontrakt);

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

$x_1, x_2$  – butun sonlar.

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

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



**Rasm. 7.1. Chiziqli optimallashtirish masalasining bosqichlarini yozish**

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

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

- Maqsad funktsiya yacheykasining adresi (bizning misolimizda **D5**);
- Izlanayotgan yacheykalar diapazoni (**A2:A3**);
- cheklanishlar: **A2>=80**

**A2:A3**

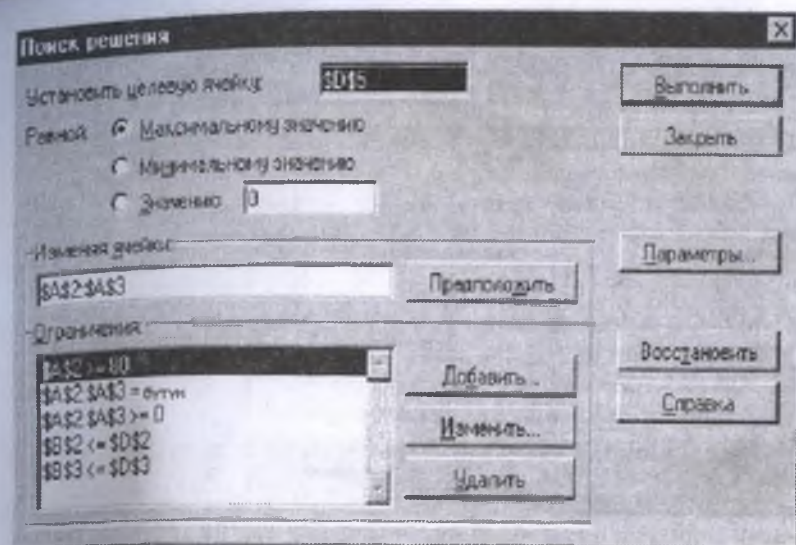
**A2:A3>=0**

**B2<=D2**

**B3<=D3.**

Ko'shimchalar, o'zgarishlar, cheklanishlarni uchirish quyidagi tugmalar orqali bajariladi: *Dobavit, Izmenit, Udalit (Add, Change, Delete)*.

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



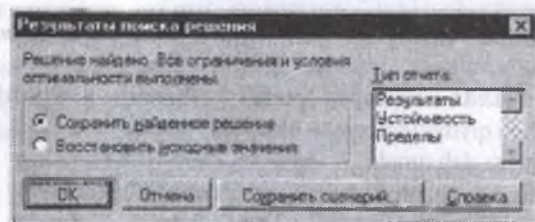
Рasm. 7.2. “Poisk resheniya” dialog darchasi

“Poisku resheniya” dialog darchasi natijani hosil qilishiga imkon beradi (rasm. 7.3):

- ishchi varaqasida aniqlangan optimal yechimni saqlab turadi;
- boshlang'ich qiymatlarni qayta tiklaydi;
- stsenariyni saqlab turadi;
- Natijalarning hisobotini berish, turg'unlik Chegaralarni, aniqlangan yechimni tahlil qilishga kerak bo'lgani uchun.

|   | X             | Y     | checkered | uncheckered |
|---|---------------|-------|-----------|-------------|
| 1 |               |       |           |             |
| 2 | 50            | 96    |           | 200         |
| 3 | 1400          | 1800  |           | 1800        |
| 4 | Max. benefit  | 180   | 20        |             |
| 5 | Max. function | 14400 | 18000     | 42400       |

**Rasm. 7.3.** Aniqlangan optimal yechim ishchi varaqasi



**Ris. 7.4.** “Rezultaty poiska resheniya” dialog darchasi

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

Echimlar natijasidan ma'lumki, korxona stollar ishlab chiqarishdan foyda kurmaydi. Shuning uchun stollar ishlab chiqarishni kontrakt buyicha bajarib, qolgan resurslarni stollar ishlab chiqarishiga yo'naltirilgan.

Korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini optimallashtirishni 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 yuqoriga ko'rilgan shartlar ko'rinishida ifodalangan bo'ladi. Bunday masalani simpleks usuli yordamida echib 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 ezish mumkin.

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

Ya'ni, birinchi turdagi mahsulot 2 tonna ishlab chiqarilsa, 2 - chi 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 xom - ashyolarning sarflanishini bir to'plam uchun aniqlaymiz, ular quyidagilarga teng bo'ladi:

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

Lekin shartga ko'ra  $B_1, B_2, B_3$  orqali korxonalarda xomashyolar zaxiralarning hajmlari berilgan.

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

$$\left. \begin{aligned} P_1 - \text{shakardan} &\rightarrow B_1: R_1 = Y_1 \\ P_2 - \text{sharbatdan} &\rightarrow B_2: R_2 = Y_2 \\ P_3 - \text{murabodan} &\rightarrow B_3: R_3 = Y_3 \end{aligned} \right\} \quad (c)$$

$Y_i$  - to'plamlarning soni ( $i=1, 2, 3$ ).

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 zaxiralarni xarajatlarining umumiy hajmi, bu to'plamlar sonidan oshmasligi kerak, (d) shartini nazarga olgan holda ishlab chiqaradigan mahsulotlarning umumiy hajmlari quyidagi qiymatga ega bo'ladi.

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

Vektor kurinishda esa:  $X(x_1, x_2, x_3) = X(2y_1, y_1, y_1)$  kurinishni qabul qiladi.

Noma'lum mahsulotlarning hajmlarini aniqlanadi

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

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

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

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

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

$$2 \cdot 0,7 + 1 \cdot 0,7 + 0,7 = 2,8 \text{ tonna.} \quad \text{shakar} \Rightarrow R_1$$

$$2 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,2 = 1,1 \text{ tonna.} \quad \text{sharbat} \Rightarrow R_2$$

$$2 \cdot 0 + 1 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,3 = 0,5 \text{ tonna.} \quad \text{murabo} \Rightarrow R_3$$

2) Har bir xom - ashyolardan nechtdan to'plamlar tuzish mumkin bo'lganini hisoblaymiz.

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

$$700 \text{ t.}: 2,8 \text{ t.} = 250$$

$$300 \text{ t.}: 1,1 \text{ t.} = 273$$

$$150 \text{ t.}: 0,5 \text{ t.} = 300$$

Bu tuplamlardan 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:

$$4) m_1 \Rightarrow 250 \cdot 2 = 500 \text{ t.} \Rightarrow x_1$$

$$m_2 \Rightarrow 250 \cdot 1 = 250 \text{ t.} \Rightarrow x_2$$

$$m_3 \Rightarrow 250 \cdot 1 = 250 \text{ t.} \Rightarrow x_3$$

$$x(x_1, x_2, x_3) = x(500, 250, 250)$$

Maqsad funksiyaning qiymatini hisoblaymiz:  $F(x) = \sum C_j X_j \rightarrow \max$ , ya'ni

firma korxonasini ishlab chiqaradigan mahsulotlardan 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.  $F_{opt}(x) = 110000 \text{ so'm}$ .

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

Mahsulotlarni turlari bo'yicha ishlab chiqarish masalasi echildi, ma'lumki bu usulni kullash kerak, agar Simpleks usulini kullash iloji bulmagan xolda

## 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:

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

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

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

Agar  $X_1, X_2, X_3$  orqali noma'lum mahsulotlar hajmlari ifodalangan bo'lsa, bu holda kushimcha 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 xom - ashyolar hajmini hisoblaymiz:

$$\left. \begin{aligned} 0,1*4+0,3*1+0,4*1 &= 1,1 \Rightarrow R_1 \\ 0,5*4+0,2*1+0,1*1 &= 2,3 \Rightarrow R_2 \\ 0,4*4+0,1*1+0,3*1 &= 2 \Rightarrow R_3 \end{aligned} \right\}$$

To'plamlar sonini aniqlaymiz:

$$2) 300t:1,1=273$$

$$200t:2,3=87$$

$$150t:2=75$$

Shu to'plamlardan eng kichigini tanlaymiz, bu son hamma xom ashyolardan ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan to'plamlar soniga teng bo'ladi:

$$3) \min (273, 87, 75) \rightarrow 75$$

Ishlab chiqaradigan mahsulotlarni hajmlarini hisoblaymiz:

$$M_1 \Rightarrow 75*4=300t \Rightarrow X_1$$

$$M_2 \Rightarrow 75*1=75t \Rightarrow X_2$$

$$M_3 \Rightarrow 75*1=75t \Rightarrow X_3$$

Vektor ko'rinishi  $x(x_1, x_2, x_3) = x(300, 75, 75)$

Maqsad funktsiyaning 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 funktsiyaning qiymatini optimal qiymatga yaqin bo'ladi.

Masalaning tahlil etishini esa, o'quvchilarga havola etiladi.

### **Tayanch iboralar**

Mahsulot ishlab chiqarishda propartcionallik, to'plam, birikma, qo'shimcha shartlar, ehtiyojlar, xom-ashyolar, 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 programmasini tuzishni takrorlab standart programmadan yoki sistemadan foydalanib berilgan IMMga asoslanib optimal yechimni aniqlashini talabalarga tushuntiriladi va mustaqil kompyuterda masalani yechishda chorlaydi. Masalan, Excelda yechishda avval Servis-Poisk yechim menyusi chaqiriladi, bu holda «Poisk resheniya» muloqot oynada boshlang'ich qiymatlar uchun yacheykalar ajratiladi, keyin esa Dobavit, Izmenit, Udalit, Vypolnit tugma Vypolnit tugmaladi va masalani yechimi aniqlanadi.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Mahsulot ishlab chiqarishning necha turlari mavjud?
2. IMM-da cheklanishlar soniga qo'shimcha shart qo'shilishi mumkinmi?
3. Xom-ashelar birikmasi haqida nimani bilasiz?
4. To'plamlar soni qanday aniqlanadi?
5. Qaysi bir holda firma eng katta daromad oladi?
6. Mahsulotlarni turlari bo'yicha ishlab chiqarishni qanday tushunasiz?
7. Assortiment bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish masalasida maqsad funktsiyasi  $F(x)$  optimal qiymatdan katta farq qiladimi?
8. To'plamlar orasida qanday qiymati tanlanadi?
9. Maqsad funktsiyaning 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. Echimni qanday tahlil qilasiz?
15. Optimal yechimni qanday aniqlaysiz?
16. Birlik matritsa simpleks usulda hisoblashda yechimiga ta'sir etadimi?

## §8. MIKROIQTISODIY MODELLAR TIZIMLARINI TUZISH VA QO'LLASH, CHEKLANISHLAR TENGLAMALAR BILAN BERILGAN M-USUL.

- 8.1. Masalaning qo'yilishi.
- 8.2. Mikroiqtisodiy modellarni tuzish. M-usul.
- 8.3. Iqtisodiy - matematik modelning umumiy ko'rinishi.
- 8.4. Simpleks usulda optimallashtirish.

### 8.1. Masalaning qo'yilishi.

Finnsalarni mahsulot ishlab chiqarish masalalarining bir katta guruhida maqsad funktsiyani eng kichik qiymatini topish masalalari tashkil etadi, ularda kerakli cheklanishlarni nazarga olgan holda, arzon mahsulotlar ishlab chiqarishi talab etiladi. Bu masalalar to'qimachilik sanoati masalalari, engil sanoatida bichish masalasi, oziq-ovqat sanoatida qorishmalar va dieta masalalari, turli sanoatlarga kerak bo'lgan o'rash materiallarni bichish masalasi va boshqalar hisoblanadi. Engil sanoatida, ya'ni to'qimachilik sanoatida paxta turlari va sifatlariga asoslanib qorishmalar tuziladi.

Bu qorishmalardan har xil raqamli ip gazlamalari va iplar o'rashadi. Bu iplar har xil fizikaviy va kimyoviy xossalarga ega bo'lishi zarur, shuning uchun kerakli xossaga ega bo'lgan gazlamalarni to'qishdan oldin, qorishmalarni optimallashtirish zarur.

Xuddi shu usulda oziq-ovqat sanoatida ham qorishmalar tuziladi, bu qorishmalardan bolalar bog'chalarida, yashilarda, armiya safida xizmat qiladigan askarlar uchun, tarkibida kerakli miqdorda ozukalari, vitaminlari bo'lgan qorishmalar tuzishda foydalanish mumkin, bu holda quyidagi masalani ko'rish mumkin.

Qorishma masalasi: Ovqat ratsionalarini tuzishda albatta uning tarkibida kerakli miqdorda oqsillar 0,3(30%), yog'lar 0,2 (20%), uglevodlar 0,4(40%) va boshqa to'yimli moddalarni 0,1(10%) bo'lishi kerak. Bu moddalarni o'z tarkibida optimal ravishda saqlaydigan qorishma tuzish uchun to'rt xil xom-ashyolardan foydalanish kerak bo'lsin.

Masalaning boshlang'ich sharti quyidagi jadvalda berilgan:

| Kerakli moddalar | Xarajatlar, xom-ashyo norm. |       |       | Qorishma tarkibidagi moddalar. |
|------------------|-----------------------------|-------|-------|--------------------------------|
|                  | $M_1$                       | $M_2$ | $M_3$ |                                |
| $P_1$ -oqsillar. | 0,3                         | 0,1   | 0,6   | 0,3                            |
| $P_2$ -yog'lar   | 0,1                         | 0,2   | 0,2   | 0,2                            |
| $P_3$ -uglevod.  | 0,5                         | 0,6   | 0,1   | 0,4                            |

|                           |     |     |     |     |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| P <sub>4</sub> -vitamin.  | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Mahsulotning<br>i/ch narx | 4   | 2   | 3   |     |

## 8.2. Mikroiqtidosiy 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 xom-ashyolarni sarflaydigan umumiy hajmlarini belgilaymiz. Bu holda qorishma tarkibida bo'ladigan moddalar uchun cheklanishlar o'rinli bo'lishi kerak.

I-chi cheklanish. Bu birinchi cheklanish qorishmada oqsillar hajmi 0,3 qismdan kam bo'lmasligini ifodalaydi va qolgan to'yimli moddalar uchun ham qorishma tarkibidagi moddalar 0,2, 0,4, 0,1 qismlardan oz bo'lmasligini ifodalaydigan cheklanishlarni quyidagi sistema orqali ifodalanadi:

$$\left. \begin{aligned} 0,3x_1 + 0,1x_2 + 0,6x_3 &= 0,3 \\ 0,1x_1 + 0,2x_2 + 0,2x_3 &= 0,2 \\ 0,5x_1 + 0,6x_2 + 0,1x_3 &= 0,4 \\ 0,1x_1 + 0,1x_2 + 0,1x_3 &= 0,1 \end{aligned} \right\} \quad (a)$$

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 nazarda 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:

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

Maqsad funktsiya qiymati quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$F(x)=4x_1+2x_2+3x_3 \quad \min \quad (d)$$

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 funktsiya birgalikda qorishma masalasining iqtisodiy-matematik modelini hosil qiladi.

Iqtisodiy - matematik modelning umumiy ko'rinishi:

$$I. \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j = b_i \quad \text{bunda,} \quad i = \overline{1, m}$$

$$II. \sum_{j=1}^n x_j = R$$

$$III. x_j \geq 0,$$

$$IV. F(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min$$

#### 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 xom-ashyolarni kiritamiz, ularning 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 koeffitsientlarni joylashtiramiz. Bu qiymatlarda boshlang'ich rejani maqsad funkciyasini hisoblash mumkin:

$$F_0(x) = \sum_{i=1}^n s_i x_{0i} = 2M, \text{ ya'ni } F_0(x) = (0,3 + 0,2 + 0,4 + 0,1 + 1) \cdot M = 2M$$

Bunda M-qo'shimcha o'zgaruvchilarni birligining narxi. Maqsad funkciya qatorining qolgan elementlari ham shunday hisoblanib, noma'lumlar hajmlari birliklarining tan narxлари teng bo'ladi, ya'ni:

jadval A.

| C <sub>j</sub> | P <sub>j</sub> | X <sub>0</sub>     | 4              | 2              | 3              | M              | M              | M              | M              | M              | 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>2</sub> |
| M              | x <sub>4</sub> | 0,3                | 0,3            | 0,1            | 0,6            | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 3              |
| M              | x <sub>5</sub> | 0,2                | 0,1            | 0,2            | 0,2            | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 1              |
| M              | x <sub>6</sub> | 0,4                | 0,5            | 0,6            | 0,1            | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 2/3            |
| M              | x <sub>7</sub> | 0,1                | 0,1            | 0,1            | 0,1            | 0              | 0              | 0              | 1              | 0              | 1              |
| M              | x <sub>8</sub> | 1                  | 1              | 1              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1              | 1              |
| Z <sub>1</sub> | C <sub>i</sub> | F <sub>0</sub> -2M | 2M-4           | 2M-2           | 2M-3           | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |                |

maqsad funkciya qatorining birinchi x<sub>1</sub> ustuni uchun quyidagi o'rinni:

$$F_1(x) = \sum C_i x_i = (0,3M + 0,1M + 0,5M + 0,1 \cdot M + 1 \cdot M) - 4 = 2M - 4$$

Qolgan ustunlar uchun ham shu amallar bajariladi. Simpleks jadval kataklarini to'ldiramiz. Shu masalaning optimallashtirishga o'tamiz, ya'ni kalit

ustun, kalit yo'l, kalit elementlarni aniqlaymiz, shuning uchun maqsad funktsiya qatorida eng katta sonni belgilaymiz:

$$\max(2M-4, 2M-2, 2M-3) \rightarrow 2M-2 \rightarrow x_2$$

Bu katta son  $x_2$  ustunda joylashayapti, shu ustun kalit ustun hisoblanadi. Endi kalit yo'l elementlarini aniqlaymiz. Buning uchun  $x_0$  ustun elementlarini kalit ustun ( $x_2$ ) elementlariga bo'lib, eng kichigini tanlaymiz, bu eng kichik element  $x_6$  yo'lda joylashgan, 0,6 ga teng qiymat, kalit element bo'ladi. Qolgan hamma hisoblashlar simpleks usulda optimallashtirish masalasida qanday bajarilgan bo'lsak, shunday takrorlanadi. Keyingi iteratsiyalarni simpleks jadvallarda hisoblab, optimal yechimni aniqlaymiz. Qorishmaning optimal qiymati  $F(x)=36/15$  so'mga teng.

jadval B

| $C_j$ | $P_i$ | $X_0$                        | $X_1$                        | $X_2$ | $X_3$                        | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$                           | $X_7$ | $X_8$ |
|-------|-------|------------------------------|------------------------------|-------|------------------------------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|
| 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     |

Jadval C

| $C_i$ | $P_2$ | $X_0$         | $X_1$           | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$          | $X_5$ | $X_6$           | $X_7$ | $X_8$ |
|-------|-------|---------------|-----------------|-------|-------|----------------|-------|-----------------|-------|-------|
| Z     | $X_3$ | $\frac{2}{5}$ | $\frac{13}{35}$ | 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 |
| $Z_1$ | $C_7$ | $\frac{36}{15}$ | $-\frac{2}{7}M + \frac{47}{35}$ | 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 funktsiya qatorida manfiy sonlar qatnashayapti.

### Tayanch iboralar

Sanoat, birikma, dieta, norma, modda, tenglama, to'yimli moddalar, boshlang'ich maqsad funktsiya qiymati, maqsad funktsiya, qator, qorishma, vitaminlar, oqsillar, moylar.

### Xulosa

IMM – ning bir katta guruhi minimal qiymatlarni topish mezonlarini tashkil etadi, yani arzon mahsulotlar ishlab chiqarish masalalari bo'lishi mumkin. Bunday masalalarni optimallashtirish uchun eng katta son «M» usulida foydalaniladi. Maqsad funktsiya eng katta sondan minimumga intiladi. Rejadan ketma-ket eng katta sonlar ayrilib chiqarib tashlanadi,  $F(x) \rightarrow \min$  – ga intiladi. Talabalar yangi usul bilan tanishadilar.

### Takrorlash uchun savollar:

1. Qaysi masalalarda maqsad funktsiya eng arzon qiymatni qabul qiladi?
2. Nega qo'shimcha mahsulotlarning tannarxi eng katta M qiymatni qabul qiladi?
3. Kalit ustun elementni aniqlash qanday bajariladi?
4. Ko'rilgan masalalardan bunday masalani yechishning farqi nimada?
5. Maqsad funktsiya qatoridagi elementlar qanday hisoblanadi?
6. Kalit yo'l elementlari qanday aniqlanadi?
7. Tuzilgan reja qachon optimal hisoblanadi?
8. Optimal yechimda qaysi haqiqiy mahsulotlar qatnashadi?
9. Optimal rejaga ko'ra haqiqiy mahsulotlarning birligini tannarxini aniqlang.
10. Optimal rejaga kirgan o'zgaruvchilar ustunida nega nollar va bir soni yoziladi?

## §9. MAHSULOT ISHLAB CHIQARISH MASALASI, CHEKLANISHLAR TENGSIZLIKLAR BILAN BERILGAN

9.1. II-hol. Iqtisodiy - matematik model.

9.2. Simpleks tenglamalar sistemasi.

9.3. Masalaning optimallashtirish usuli.

9.4. Echimni tahlil etish.

### 9.1. II-hol. Iqtisodiy - matematik model.

a) Masalaning IMM matritsa ko'rinishida quyidagicha ifodalanadi:

$$\left. \begin{array}{l} Ax \geq B \\ x \geq 0 \\ F(x) = Cx \rightarrow \min \end{array} \right\}$$

A-ikki o'lchovli matritsa,  $A = a_{ij}$  - xomashyolar tarkibidagi oziqavor moddalar  
V- 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,

$C \rightarrow C(C_1, C_2, \dots, C_n)$  - xomashyolarning birligining tannarxi

$V_m$  - ozuqavor moddalar, qorishmada

$F(x)$  - maqsad funktsiya 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:

$$\sum_{j=1}^m x_j a_{ij} \geq b_i, \quad \text{bunda } i = \overline{1, m}$$

$$x_j \geq 0 \quad \text{bunda } j = \overline{1, n}$$

$$F(x) = \sum_{j=1}^n C_j * X_j \rightarrow \min$$

### Masala

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'lmashlik 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, E-manfiy birlik matritsa yordamida. Manfiy noma'lumlar tengsizliklarga manfiy birlik koeffitsientlar orqali kiritiladi. Shunday qilib tengsizliklar tenglamalar bilan almashtiriladi. Hosil bo'lgan modelni optimallashtirish uchun simpleks usulni qo'llaymiz. buning uchun albatta yangi fiktiv ( $x_7, x_8, x_9$ ) xom-ashyolar kiritamiz. Bu fiktiv noma'lumlar musbat koeffitsientlarga ega bo'lib, E matritsa orqali kiritiladi, shularni nazarga olgan holda shuning uchun quyidagi Simpleks tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz:

$$\left. \begin{aligned} 62 &= 4x_1 + 3x_2 + 6x_3 - 1x_4 - 0x_5 - 0x_6 + 1x_7 + 0x_8 + 0x_9 \\ 30 &= 6x_1 + x_2 + 2x_3 + 0x_4 - 1x_5 - 0x_6 + 0x_7 + 1x_8 + 0x_9 \\ 44 &= 4x_1 + 6x_2 + 4x_3 - 0x_4 - 0x_5 + 1x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 1x_9 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,9} \quad (4)$$

$$F(x) = 8x_1 + 5x_2 + 6x_3 + 0x_4 - 0x_5 - 0x_6 + Mx_7 - Mx_8 + Mx_9 \rightarrow \min \quad (5)$$

Maqsad funktsiya qiymatlardan ko'rinib turibdiki fiktiv xom-ashyolar tan-narxлари eng katta qiymatga ega ekan ( $M$ ).

## 9.3. Masalaning optimallashtirish usuli.

Masalani optimallashtirish uchun simpleks jadval tuzamiz. Simpleks jadvalda, maqsad funktsiya qatori uchun bu masalada 2 ta satr qator ajratiladi.

jadval 1.

| C <sub>j</sub>   | P <sub>j</sub> | 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             | <u>6</u>       | 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 tan-narxlarini eng katta M qiymatga teng. Bu holda simpleks jadval quyidagi ko'rinishini oladi (jadval).

Boshlang'ich rejada maqsad funkciya 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 funkciya qatorida eng katta qiymatga ega bo'lgan sonni aniqlaymiz, ya'ni max ( $I4M, IOM, I2M$ ) =  $I4M$ . Eng katta son  $x_1$  ustunda joylashgan ekan. Shuning uchun  $x_1$  ustun kalit ustun bo'ladi,  $I4M \Rightarrow x_1 \Rightarrow$  kalit ustun. Kalit ustunini aniqlashda maqsad funkciya 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  $\min (X_8/X_1) \rightarrow \min (60/4, 30/6, 44/4) \rightarrow \min (15, 5, 11)=5 \Rightarrow x_8$  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.

jadval 2.

| C <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>9</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 |
| $Z_1 - C_1$ | 40 | 0 | -11/3 | -10/3 | 0  | -4/3 | 0  | 0 | 4/3  | 0 |

jadval 3.

| $C_j$       | $P_j$ | $X_0$ | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$  | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$  |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| M           | $X_7$ | 63/2  | 0     | 0     | 7/2   | -1    | 3/8   | 71/16  | 1     | -3/8  | -7/16  |
| 8           | $X_1$ | 17/4  | 1     | 0     | 1/4   | 0     | -3/16 | 1/32   | 0     | 3/16  | -1/32  |
| 5           | $X_2$ | 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 |
| $Z_1 - C_1$ |       | 113/2 | 0     | 0     | -3/2  | 0     | -7/8  | -11/16 | 0     | 7/8   | 11/16  |

jadval 4.

| $C_j$       | $P_j$ | $X_0$ | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | $X_9$ |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6           | $X_3$ | 9     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 8           | $X_1$ | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 5           | $X_2$ | 0     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| M           |       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | -1    | -1    | -1    |
| $Z_1 - C_1$ |       | 70    | 0     | 0     | 0     | -3/7  | -5/7  | -1/2  | 3/7   | 5/7   | 1/2   |

#### 9.4. Echimni tahlil etish.

Hosil bo'lgan yakunlovchi reja (jadval 4) optimal qiymatga ega, chunki maqsad funktsiya qatorida musbat elementlar, 0 sonlar joylashgan. Echim (9, 2, 0) sonlarga teng, bu qiymatlarni cheklanishlar sistemasiga kuysak, bu yechimlar berilgan cheklanishlar sistemasini qanoatlantiradi. Maqsad funktsiya 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-m cheklanishlar katta e 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 oshadi va dieta 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 funktsiya qatori soni nechaga teng?
4. Nega ikkinchi maqsad funktsiya qatordagi manfiy sonlar uni birinchi qatoriga ta'sir etmaydi?
5. Echim vektori cheklanishlarni qanoatlantiradimi?
6. Masalaning yechimini tahlil qila olasizmi?
7. Bu masalaning yechimining aniqlash algoritmi maksimum masalasidan farqi nimada?
8. Boshlang'ich rejaning maqsad funktsiyasi qanday hisoblanadi?
9. Fiktiv va qo'shimcha mahsulotlar qatnashgan ustunlarning maqsad funktsiya qatorlaridagi elementlar qanday hisoblanadi?
10. Maqsad funktsiyani necha 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'rinishda bichishdan keyin, har xil yuzalarga ega bo'lgan chiqindilar hosil bo'lishi mumkin. Bichish materiallari sifatida karton varaqalari, qog'oz, engil sanoat matolari, yog'och, polietilen matolari va boshqalardan foydalanadi. Bu masalaning sharti quyidagi I-chi 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.

Jadval 1.

|   |   |   |   |                                                                                     |
|---|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 qirgilsa u holda qirgiladigan yuzalar o'zgaradi va chiqindi ham katta, yoki kichik bo'lishi mumkin bichish masalasining Boshlang'ich qiymatlari quyidagi jadval 2 da berilgan.

Jadval 2.

| Tayyorlanadi kesmalar turlari | Qirgish 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 M1 usulda materiallarni qirqsak u holda P1 kesmada 240 dona, P2 kesmadan 100 dona, P3 kesmadan 80 donadan chiqadi, bu holda chiqindining yuzasi 200 sm2 teng bo'ladi M4 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 M1, M2, M3, M4, usullarda bichsak kesmalarni Hosil qilish uchun quyidagi tenglamalar o'rinni bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} \text{I } \Pi 1 &> 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 10x_4 = 240 \\ \Pi 2 &> 2x_1 + 0x_2 + x_3 + 0x_4 = 100 \\ \Pi 3 &> x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 0x_4 = 80 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

II. Noma'lumlarning musbatlik sharti o'rindir.

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

III Chiqindilarning umumiy yuzasi eng kichik qiymatga intiladi, ya'ni maksad funkciya 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:

$$Ax=B \quad (1)$$

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

$$F(x)=CX \rightarrow \min \quad (3)$$

Iqtisodiy - matematik modelning yig'indilar orqali ifodalanishi quyidagicha:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (1')$$

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

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

Masalaning shartidan ma'lumki, M4 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 tenglamani 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 koeffitsientini birga tenglashtirdik, u holda simpleks tenglamalar sistemasi quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$24 = \frac{3}{10}x_1 + \frac{2}{5}x_2 + \frac{1}{2}x_3 + x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6$$

$$100 = 2x_1 + 0 \cdot x_2 + x_3 + 0 \cdot x_4 + x_5 + 0 \cdot x_6$$

$$80 = x_1 + 2 \cdot x_2 + x_3 + 0 \cdot x_4 + x_5 + 0 \cdot x_6$$

$$x_j \geq 0; j=1, 6$$

$$F(x) = 200x_1 + 400x_2 + 200x_3 + 0 \cdot x_4 + M \cdot x_5 + M \cdot x_6 \rightarrow \min$$

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 echiladi (jadval 1.).

Noma'lumlarni, ya'ni kerakli kesmalarning soni hosil qilishda, sarflanadigan materiallarni aniqlashini, Agar boshlang'ich rejasini quyidagi simpleks jadvalda berilgan bo'lsa, ya'ni yechimlarni aniqlashni optimallashtirishni talabalarga havola qilamiz.

jadval 1.

| $C_j$ | $R_j$ | $X_0$ | 200   | 400   | 200   | 0     | M     | M     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |       |       | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ |
| 0     | $X_4$ | 24    | 3/10  | 2/5   | 1/5   | 1     | 0     | 0     |
| M     | $X_5$ | 100   | 2     | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     |
| M     | $X_6$ | 80    | 1     | 2     | 1     | 0     | 0     | 1     |

|       |  |      |      |      |      |   |   |   |
|-------|--|------|------|------|------|---|---|---|
| M     |  | 180m | 3    | 2    | 2    | 0 | 0 | 0 |
| Z3-S3 |  | 0    | -200 | -400 | -200 | 0 | 0 | 0 |

Jadvaldan bazis yechimni  $x^*=x(x_4, x_5, x_6)$  va boshlangi rejada maksad funktsiyaning qiymatini aniqlash mumkin:

$$F_0(x)=0,24+100m+80m=180m$$

Tayanch iboralar

Materiallar, bichish, urama materiallar, qirqim, chiqindi, bichish usuli, ekstremal, chikindilar yig'indisi, fiktiv noma'lumlar i katta son, simpleks usul.

Xulosa

Ma'lumki optimal yechimni aniqlashda no'malumlar soni kam bo'lsa iteratsiya soni ham kam bo'ladi. O'rash materiallar esa hamma ishlab chiqarish sohalarga kerak bo'lib, bunda qirqish usullarini qo'llab, chiqindilarni ozroq bo'lishiga intiladilar. Masalani optimallashtirishda optimal bichish variantini tanlab noma'lumlar soni kamaytiriladi va kerakli natijaga erishiladi.

#### Takrorlash uchun savollar:

1. Kaysi 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. Masalani yechimini iqtisodiy ma'nosini tushuntira olasizmi?
7. Bu masalada qo'shimcha maqsad funktsiya qatori yechimga ta'sir etadimi?

### §11. TALAB VA TAKLIFNI ANIQLASHDA STATISTIK ECHIMLAR 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 masalasining 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 echganda maqsad funktsiyaning optimal qiymatini aniqlash kerak (bajariladigan ishning hajmini aniqlash, mahsulotlarni standart umumiy xarajatlarni aniqlash va x.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 nazariyasini 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 tandirlarni 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 (jadval A).

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.

jadval A.

| Tandirlar sistemasi | Tandirlar quvvati<br>1 sutk. | Talabga ko'ra foyda (+), zarar (-), sutkalarda, mso'm |     |     |    |    |    |    |  |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------|-----|-----|----|----|----|----|--|
|                     |                              | 1                                                     | 2   | 3   | 4  | 6  | 8  | 10 |  |
| $P_1$               | 4                            | -2                                                    | 0   | 2   | 4  | 4  | 4  | 4  |  |
| $P_2$               | 6                            | -8                                                    | -4  | 0   | 4  | 12 | 12 | 12 |  |
| $P_3$               | 8                            | -18                                                   | -12 | -6  | 0  | 12 | 24 | 24 |  |
| $P_4$               | 10                           | -32                                                   | -24 | -16 | -8 | 8  | 24 | 40 |  |
|                     |                              |                                                       |     |     |    |    |    |    |  |

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, agar talab 4t. bo'lsa, 2-chi tandirni ishlatisa 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-xol shunday kilib, agar talab 1t. bo'lsa, bunda  $P_1$  ya'ni 1-chi tandirni ishlatish kerak ekan, chunki  $\min(-1, -8, -18, -32) \rightarrow -2 \rightarrow P_1$ . tandir sistemasi

Demak 2 tandirni ishlatish kerak ekan, chunki  $\min(-2, -8, -18, -32) \rightarrow -2 \rightarrow P_1$ .

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  $P_1$  tandir tanlanadi.

10 tonna mahsulot ishlab chiqarish uchun aniklaymiz

$$\max(4, 12, 24, 40) \rightarrow 40 \text{ m.s.} \rightarrow P_4$$

Ya'ni, agar talab eng katta qiymatga teng bo'lsa, katta quvvatga ega bo'lgan  $P_4$  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 sistemasi uchun o'rtacha foyda, shu tandirning o'rtacha arifmetik foyda olinadigan qiymatiga teng bo'ladi:

$$\text{Tandir } P_1 \rightarrow (-2+4)/2=1 \text{ m. s. Tandir } P_2 \text{ uchun:}$$

$$(-8+12)/2=2 \text{ ming so'm,}$$

$$\text{Tandir } P_3 \rightarrow (-18+24)/2=3 \text{ ming so'm.}$$

$$\text{Tandir } P_4 \text{ uchun } (-32+40)/2=4 \text{ ming so'm.}$$

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 anik bulmagan xolda, talab bir necha vaqt oralig'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, 2 kun 6 t. dan, 5 kun 8 t. dan, 2 kun 10 t. dan mahsulotga talab bo'lgan. Bu xolda o'rtacha statistik usulni qo'llashda har bir kunning og'irlik qiymatini aniqlaymiz (urt. qiymat)  $1:20=0,05$  ga teng. Chunki echiladigan masalada mahsulotga talab 20 kun orasida o'rganib chiqilgan.

Bir kunning og'irlik qiymatini nazarga olgan holda o'rtacha talabni aniqlaymiz. Firma, korxonaning ishlab chikarilgan maxsulotdanolinadigan 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:

$$P_1 \rightarrow (-2) \cdot 0,1 + 0 \cdot 0,2 + 0 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 = 2,4 \text{ m. so'm.}$$

Boshqa tandirlar uchun xam shu usulda darajalarni hisoblaymiz:

$$P_2 \rightarrow (-8) \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 0 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 12 \cdot 0,1 + 12 \cdot 0,25 + 12 \cdot 0,1 = 4,4 \text{ m. so'm.}$$

$$P_3 \rightarrow (-12) \cdot 0,1 + (-12) \cdot 0,2 + (-6) \cdot 0,1 + 0 \cdot 0,15 + 12 \cdot 0,1 + 24 \cdot 0,25 + 24 \cdot 0,1 = 4,8 \text{ m. s.}$$

$$P_4 \rightarrow (-32) \cdot 0,1 + (-24) \cdot 0,2 + (-16) \cdot 0,1 + (-8) \cdot 0,15 + 8 \cdot 0,1 + 24 \cdot 0,25 + 40 \cdot 0,1 = 0 \text{ m.s.}$$

Hisoblashlardan ma'lumki to'rtta tandirlar orasida olinadigan eng katta daromad ya'ni  $\max(2,4,4,4,8,0)$  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 bular ekan.

Taklifni aniqlash uchun boshqa murakkab hollarni ham ko'rish mumkin. Albatta taklif va talab bir-biridan bog'liq masala bo'lib, ularni optimal qiymatini aniqlab, eng katta olinadigan daromadni ishlab chiqaruvchi korxona uchun hisoblash mumkin.

### **Tayanch iboralar**

Tandir, taklif, talab, foyda, maxsulot, maxsulot xajmi bir sutkada, statistik yechimlar nazariyasi, urtacha arifmetik, tandir quvvati, bir kunning urtacha ogirligi.

### **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 o'nga o'xshash bo'lmagan maqsad funktsiya qiymati o'rniga, o'nga 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:

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 6 \\ 6 & 1 & 2 \\ 4 & 8 & 4 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 62 \\ 30 \\ 44 \end{pmatrix} \quad C = (8, 5, 6)$$

Bunda A – xomashyolar tarkibidagi to'yimli moddalar,

B - qorishma tarkibidagi to'yimli moddalar,

C - xom ashyolarni 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  $u_1, u_2, u_3$  o'zgaruvchilar kiritamiz. Y lar ( $u_1, u_2, u_3$ ) 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 funktsiyani 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 xom ashyolarning birliklari tannarxlarini ifodalaydi.

5-chi ayniyatning o'ng tomoni berilgan maqsad funktsiyaning chap tomonini ifodalaydi, o'ng tomoni esa ikki yoqlama masalani maqsad funktsiyasini ifodalaydi. Ya'ni:  $F(y) = 62Y_1 + 30Y_2 + 44Y_3$  maqsad funktsiya o'ziga teng.

$$F(y) = 62Y_1 + 30Y_2 + 44Y_3 = 8X_1 + 5X_2 + 6X_3 = F(x)$$

bundan :

$$F(y) = F(x)$$

$$\text{chunki } 4X_1 + 3X_2 + 6X_3 = 62$$

$$X_1 + X_2 + 2X_3 = 30$$

$$4X_1 + 8X_2 + 4X_3 = 44$$

Qorishma masalasida, tenglamalar tengsizliklar bilan ifodalandi:

$$F(y) = 62Y_1 + 30Y_2 + 44Y_3 \quad (6)$$

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 funktsiyasi minimumga erishsa, albatta ikki yoqlama masalalarda, maqsad funktsiyasi maksimumga erishishi kerak.

$$F(y) = 62Y_1 + 30Y_2 + 44Y_3 \rightarrow \max$$

1 turdagi qorishma masalasining maqsad funktsiyasini optimal holati:  $F(x) = 70$  ya'ni, bu qorishmaning optimal tannarxini ifodalaydi. Ikki yoqlama masalani IMM echganda maqsad funktsiyasining optimal qiymati quyidagi yana o'sha songa teng

$$F(y) = 70 \text{ bo'ladi;}$$

$$F(x) = 70 \text{ (min) qorishma masalasida;}$$

$F(y) = 70 \text{ (max) cheklangan koeffitsient IMM ning cheklangan potentsirlangan holatida } [F(x) = F(y)] \text{ ga teng. Qatorlardagi koeffitsient o'rniga cheklanishlarda ustundagi koeffitsientlar joylashgan.}$

### 12.3. Simpleks usulda optimallashtirish.

Bu ikki yoqlama masalaning IMM simpleks usulda echiladi, ya'ni masala uchun max masalasi aniqlanadi, ya'ni simpleks usulda echilganda fiktiv o'zgaruvchilar birliklarining tannarxi nol sonlarni ifodalaydi. IMM shartiga ko'ra, ulardan simpleks tenglamalar sistemasini hosil qilib, simpleks jadval tuzamiz.

jadval 1.

| $C_j$ | $R_0$ | $X_0$ | $Y_1=6$ | $Y_2=3$ | $Y_3=4$ | $Y_4=0$ | $Y_5=0$ | $Y_6=0$ |
|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 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 |
| $Z_1 - C_1$ | $F(u)$ | - | -62 | -30 | -44 | 0 | 0 | 0 |

Ba'zis yechimda  $F_0(y) = 0$ , boshlang'ich rejani optimallashtiramiz.

jadval 2.

| $C_1$       | $P_0$    | $X_0$ | $y_1=62$ | $y_2=30$ | $y_3=44$ | $y_4=0$ | $y_5=0$ | $Y_6=0$ |
|-------------|----------|-------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| 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     |
| $Z_1 - C_1$ | $F_1(y)$ | 62    | 0        | -20/3    | -8/3     | 0       | 0       | 31/3    |

Optimal reja

jadval 3.

| $C_1$       | $P_0$    | $X_0$ | $y_1=62$ | $y_2=30$ | $y_3=44$ | $Y_4=0$ | $y_5=0$ | $y_6=0$ |
|-------------|----------|-------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| 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     |
| $Z_1 - C_1$ | $F_2(y)$ | 70    | 0        | 0        | 0        | 2       | 0       | 0       |

Alternativ reja

jadval 4.

| $C_1$       | $P_0$    | $X_0$ | $y_1=62$ | $y_2=30$ | $y_3=44$ | $y_4=0$ | $y_5=0$ | $y_6=0$ |
|-------------|----------|-------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| 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     |
| $Z_1 - C_1$ | $F_3(y)$ | 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 echilsa, ikkinchisi max – ga echiladi va u teskari masala bo'ladi.

### Tayanch iboralar

Ikki yoqlama, qorishma, teskari masala, transponirlash, matritsa, vektor, maksad funktsiya, maksimum, minimum, qorishma, to'g'ri masala.

## Xulosa

Ikki yoqlama masalasini qorishma masalasida cheklanishlari tenglamalar ko'rinishda berilgan holini misol qila olish mumkin. Bunda xom ashyo zahuralarini 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 echiladi?
3. Transponirlangan deganda nimani tushunasiz?
4. Ikkala masalaning maqsad funktsiyalari nimaga teng?
5. Echilayotgan masala necha bosqichda echildi?
6. Kalit ustun elementlari qanday aniqlanadi?
7. Ikki yoqlama masalalar qaysi usulda echiladi?
8. Maqsad funktsiyani necha usulda hisoblash mumkin?

## §13. IKKI YOQLAMA SIMPLEKS USUL.

### 13.1. Masalaning iqtisodiy - matematik modeli.

### 13.2. Optimallashtirishning simpleks usuli.

### 13.3. Echimlarning tahlili.

#### 13.1. Masalaning iqtisodiy - matematik modeli.

Qorishma masalasida cheklanishlar tengsizliklar ( $\geq$ ) orqali berilgan holni ko'ramiz.

Minimum masalalar echganda 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.

$$E = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad -E = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}$$

Shunday qilib, minimum masalasi echganda o'zgaruvchilar soni ko'payadi,  $X_7, X_8, X_9$ . Yuqorida echilgan qorishma masalasini simpleks usulda

echamiz, ya'ni masalada o'zgaruvchilar sonini ko'paytirmasdan yechish mumkin. Masala sharti quyidagi IMM ko'rinishda berilgan bo'lsin:

$$\left. \begin{aligned} 4X_1 + 3X_2 + 6X_3 &\geq 62 \\ 6X_1 + X_2 + 2X_3 &\geq 30 \\ 4X_1 + 6X_2 + 4X_3 &\geq 44 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

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

$$F(x) = 8X_1 + 5X_2 + 6X_3 = \min \quad (3)$$

Ceklanishlar sistemasini -1 - ga ko'paytiramiz, tengsizliklarning alomatlari o'zgaradi.

Hosil bo'lgan matematik modelning simpleks tenglamalar sistemasini hosil qilamiz. Simpleks tenglamalar sistemasini hosil qilish uchun fiktiv xom - ashyolar kiritamiz, ular E birlik matritsa orqali kiritiladi. U holda ham o'zgaruvchilarning ( $X_4, X_5, X_6$ ) birligining tannaxlari nolga teng bo'ladi.

$$\left. \begin{aligned} -4X_1 - 3X_2 - 6X_3 + 1X_4 + 0X_5 + 0X_6 &= -62 \\ -6X_1 - X_2 - 2X_3 + 0X_4 + 1X_5 + 0X_6 &= -30 \\ -4X_1 - 6X_2 - 2X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 1X_6 &= -44 \end{aligned} \right\} \quad (1'')$$

$$X_j \geq 0, \quad j = \overline{1,6} \quad (2'')$$

$$F(x) = -8X_1 - 5X_2 - 6X_3 + 0X_4 + 0X_5 + 0X_6 = \min \quad (3'')$$

Simpleks tenglamalar sistemasidan ma'lum bo'layaptiki noma'lumlar soni kamaydi va ba'zan bu usulni qo'llaganda optimal qiymatni hosil qilishda kamroq iteratsiya sonini bajarish kerak bo'ladi.

### 13.2. Optimallashtirishning simpleks usuli.

Hosil bo'lgan simpleks tenglamalar sistemasi asosida simpleks jadval tuzamiz.

jadval 1.

| $C_j$       | $P_j$ | $X_0$   | $X_1=8$ | $X_2=5$ | $X_3=6$ | $X_4=0$ | $X_5=0$ | $X_6=0$ |
|-------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0           | $X_4$ | -62     | -4      | -3      | -6      | 1       | 0       | 0       |
| 0           | $X_5$ | -30     | -6      | -1      | -2      | 0       | 1       | 0       |
| 0           | $X_6$ | -44     | -4      | -6      | -4      | 0       | 0       | 1       |
| $Z_j - C_j$ |       | $F_0=0$ | -8      | -5      | -6      | 0       | 0       | 0       |

Simpleks jadvalda boshlang'ich reja hosil qilish uchun fiktiv mahsulotlar kiritilgan. ularning tannarxi C, ustunda yoziladi.

Shuning uchun boshlang'ich rejada qorishmaning tannarxi 0 ga teng bo'ladi,  $F_0(x)=0$

Simpleks jadvalda ozod hadlarning qiymatlari manfiy qiymatlarga ega.

- 1) Bu ikki yoqlama simpleks usulni qo'llaganda simpleks jadvalda avval kalit yo'l elementlari, keyin kalit ustun elementlari aniqlanadi.
- 2) Kalit yo'l elementlarni topish uchun,  $X_0$  ustun elementlarning absolyut qiymatlari orasida eng katta qiymatini aniqlaymiz :

$$\max ABC(X_0) \rightarrow \max ABC(-62, -30, -44) \rightarrow 62 \rightarrow X_4$$

ya'ni,  $X_4$  kalit yo'l elementlarini hosil qilamiz.

Kalit ustun elementlarni topish uchun, kalit yo'l elementlariga maqsad funkciya yo'l elementlarini bo'lish natijasidan, min qiymati olinadi:

$$\min (F(x)/X_4) \rightarrow \min [ (-8/-4)=2, \quad (-5/-3)=1.2/3; \quad -6/-6]=1 \rightarrow \min (2; 1.2/3; 1)=1 \rightarrow X_3$$

Ikki yoqlama simpleks usulida masalasining yechimi optimal yechim hisoblanadi, agar  $X_0$  ustunda manfiy sonlar bo'lmasa.

Masalani echganda iteratsiya soni 2 ga teng, ya'ni 2 ta yangi jadval tuzgandan keyin optimal simpleks jadval hosil bo'ladi. Birinchi bo'lib kalit yo'l kalit ustun elementlari hisoblanib, keyin qolgan elementlarni to'rtburchaklar qoidasi asosida hisoblanadi.

Ikki yoqlama simpleks usulda optimallashtirish.

jadval 2.

| $C_i$       | $P_0$ | $X_0$ | $X_1=8$ | $X_2=5$ | $X_3=6$ | $X_4=0$ | $X_5=0$ | $X_6=0$ |
|-------------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6           | $X_3$ | 31/3  | 2/3     | 1/2     | 1       | -1/6    | 0       | 0       |
| 0           | $X_4$ | -28/3 | -14/3   | 0       | 0       | -1/3    | 1       | 0       |
| 0           | $X_6$ | -8/3  | -4/3    | 4       | 0       | -2/3    | 0       | 1       |
| $Z_i - C_i$ |       | 62    | -4      | -2      | 0       | -1      | 0       | 0       |

Fiktiv xom – ashyo o'rniga haqiqiy xom – ashyoni yozamiz. Buning uchun 1- chi, 2-chi ustunlar qiymatlarini o'zgartiramiz, ya'ni  $X_4$  o'rniga  $X_3$  xom – ashyoni yozamiz.

Keyingi iteratsiyada yana  $\max ABC(-28/3; -8/3)$  ni aniqlaymiz. Bu -28/3 ga teng bo'ladi, ya'ni  $X_5$  kalit elementlari aniqlanadi. kalit ustun elementlari esa avvalgiday hosil qilinadi.

Yangi 3- jadvaldagi qolgan elementlarni to'rtburchaklar qoidasi asosida hisoblanadi.

jadval 3.

| $C_i$ | $P_0$ | $X_0$ | $X_1=8$ | $X_2=5$ | $X_3=6$ | $X_4=0$ | $X_5=0$ | $X_6=0$ |
|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|

|             |       |    |   |               |   |                |                |   |
|-------------|-------|----|---|---------------|---|----------------|----------------|---|
| 6           | $X_3$ | 9  | 0 | $\frac{1}{2}$ | 1 | $\frac{3}{14}$ | $-\frac{1}{7}$ | 0 |
| 8           | $X_1$ | 2  | 1 | 0             | 0 | $\frac{1}{14}$ | $\frac{3}{14}$ | 0 |
| 0           | $X_6$ | 0  | 0 | -4            | 0 | $-\frac{4}{7}$ | $-\frac{2}{7}$ | 1 |
| $Z_j - C_j$ |       | 70 | 0 | -2            | 0 | $-\frac{5}{7}$ | $-\frac{6}{7}$ | 0 |

### 13.3. Echimlarning tablili.

Uchinchi jadvaldagi  $X_0$  ustunda hamma manfiy sonlar yo'qoldi, shuning uchun hosil bo'lgan reja optimal reja hisoblanadi. Optimallik, maqsad funktsiya qatoridagi elementlardan bilinadi, ya'ni elementlar manfiy yoki nolga teng bo'ladi, minimum masalasida. Ikki yoqlama masala simpleks usulida echganda yechimlar aniqlandi, ya'ni  $X_1=2$ ,  $X_3=9$  shu jadvalda ikki yoqlama masala yechimi  $X_4$ ,  $X_5$  ustunning maqsad funktsiya qatorida hosil bo'lgan. Bu usul yordamida echganda ikkita iteratsiya etarli bo'ldi. Umumiy usulda echganda uch iteratsiyada optimal reja aniqlangan edi.

Hosil bo'lgan yakunlovchi reja (jadval 3) optimal qiymatga ega. Chunki maqsad funktsiya qatorida manfiy elementlar, yoki nol sonlar joylashgan.

Echimlar (9, 2, 0) qiymatlarini cheklanishlar sistemasiga qo'ysak, bu yechimlar berilgan cheklanishlarni qanoatlantiradi.

Maqsad funktsiya qiymatini hosil qilamiz:

$$F(x)=8*2+5*0+6*9=70 \text{ so'm.}$$

Bu masalani boshqa usulda echganda cheklanishlar o'zgartirilganda ham maqsad funktsiyaning qiymati o'zgar olmaydi.

#### Tayanch iboralar

Fiktiv xom – ashyo, birlik matritsa, iteratsiya, iteratsiya soni, ozod hadlar manfiy, kalit yo'l elementi, hakikiy xom – ashyo, ozod hadlar ustun elementlari musbat, optimal reja.

#### Xulosa

Ikki yoqlama simpleks usulni qo'llaganda cheklanishlar sistemasi va maqsad funktsiya alomatlari 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 tuzishi 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 echganda manfiy birlik matritsa foydalanadi?

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 MASALALARINI MODELLASH TIRISH.

### §14. BROKERNING FAOLIYATINING IQTISODIY - MATEMATIK MODELI.

#### 14.1. Masalaning qo'yilishi.

#### 14.2. Brokerning faoliyatini iqtisodiy - matematik modeli.

#### 14.3. Informatciyalarning o'zgarishi.

#### 14.1. Masalaning qo'yilishi.

##### Firmaning mahsulot bozorida mavkeini aniqlash.

Optimal yechimlarni aniqlashda brokerlar mahsulotlarni aniq sotish, narxini belgilash asosiy vazifalardan biri hisoblanadi. Shuning uchun brokerlarni sotuv masalasini optimal matematik modelini tuzishga ahamiyat berish zarur. Bu masala albatta butun sonli programmashtirish masalasiga kiradi, hamda firmani mahsulot bozorida mavqeini ifodalaydi. Bu masalani echganda ishlab chiqarilgan mahsulotlardan olinadigan umumiy foyda hisoblanadi. Matematik model tuzishda quyidagi boshlang'ich shartlar berilgan deb hisoblanadi: faraz qilaylik  $n$  tayyor mahsulotlar turlari birtadan 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 birtadan 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. Brokerning faoliyatini iqtisodiy - matematik modeli.

- I. Brokerning sotib oladigan mahsulotining puli uning qo'lida bo'lgan
- L so'mdan oshmasligi kerak:

$$\sum_{i=1}^n P_i(t)X_j \leq L \quad (1)$$

2. Mahsulot turlarining hajmlari har doim musbat va butun son bo'lish sharti:

$$X_j > 0, \text{ bunda } j=1, \dots, n \quad (2)$$

3. Mahsulotlarni realizatsiya qilishdan olinadigan daromad eng katta songa teng bo'lishi kerak:

$$F(x) = \sum_{j=1}^n a_j(t)X_j \rightarrow \max \quad (3)$$

Shunday qilib (1), (2) cheklanishlar va (3) maqsad funktsiya birgalikda brokerning mahsulotni realizatsiya qilishning iqtisodiy - matematik modelini tashkil etadi.

Lekin brokerning iqtisodiy - matematik modelini tuzishda yana quyidagi qo'shimcha shartlar bajarilishi kerak.

### 14.3. Informatciyalarning o'zgarishi.

Birinchi cheklanishda I. brokerda bo'lgan umumiy maqsad funktsiyada  $a_j(t) = c_j(t) - P_j(t)$ . Boshqa iqtisodiy modellardan farqi shundagi bu modelda yana qo'shimcha cheklanishlarni nazarga olish kerak.

a) Echimlar 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 algoritim tuzish mumkin:

1. Asosiy menyu.
2. Tovarlarini 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 qilish kerak:

| Tovar<br>nomeri | Tovarning<br>nomi | Tovar<br>adresi | Tovar soni | Sotiladigan<br>narx $P_j(t)$ | Talab $C_j(t)$ |
|-----------------|-------------------|-----------------|------------|------------------------------|----------------|
|-----------------|-------------------|-----------------|------------|------------------------------|----------------|

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
| 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
| 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |
| 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  |
| 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  |
| 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  |
| 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  |
| 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  |
| 49  | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  |
| 55  | 56  | 57  | 58  | 59  | 60  |
| 61  | 62  | 63  | 64  | 65  | 66  |
| 67  | 68  | 69  | 70  | 71  | 72  |
| 73  | 74  | 75  | 76  | 77  | 78  |
| 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  |
| 85  | 86  | 87  | 88  | 89  | 90  |
| 91  | 92  | 93  | 94  | 95  | 96  |
| 97  | 98  | 99  | 100 | 101 | 102 |
| 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 |
| 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 |
| 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 |
| 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 |
| 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 |
| 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 |
| 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 |
| 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 |
| 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 |
| 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 |
| 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 |
| 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 |
| 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 |
| 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 |
| 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 |
| 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 |
| 199 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 |
| 205 | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 |
| 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 |
| 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 |
| 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 |
| 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 |
| 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | 240 |
| 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 |
| 247 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 |
| 253 | 254 | 255 | 256 | 257 | 258 |
| 259 | 260 | 261 | 262 | 263 | 264 |
| 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 |
| 271 | 272 | 273 | 274 | 275 | 276 |
| 277 | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 |
| 283 | 284 | 285 | 286 | 287 | 288 |
| 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 |
| 295 | 296 | 297 | 298 | 299 | 300 |
| 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 |
| 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 |
| 313 | 314 | 315 | 316 | 317 | 318 |
| 319 | 320 | 321 | 322 | 323 | 324 |
| 325 | 326 | 327 | 328 | 329 | 330 |
| 331 | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 |
| 337 | 338 | 339 | 340 | 341 | 342 |
| 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 |
| 349 | 350 | 351 | 352 | 353 | 354 |
| 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 |
| 361 | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 |
| 367 | 368 | 369 | 370 | 371 | 372 |
| 373 | 374 | 375 | 376 | 377 | 378 |
| 379 | 380 | 381 | 382 | 383 | 384 |
| 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 |
| 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 |
| 397 | 398 | 399 | 400 | 401 | 402 |
| 403 | 404 | 405 | 406 | 407 | 408 |
| 409 | 410 | 411 | 412 | 413 |     |

«Qaror qabul qilish» rejimida esa, boshlang'ich qiymat brokerning quyidagi L so'mma pulga qaratilgan bo'ladi. Hisoblashlar to'g'ri butun sonli ko'p yoqliklar asosida o'tkaziladi, hamda quyidagi formada natijalar ifodalanadi:

Brokerning tovar nomer yo'li yig'indisi

## Xulosa

### Takrorlash uchun savollar:

## **§15. TO'QIMACHILIK VA ENGIL SANOATIDA XOM ASH YoLARDAN FOYDALANISH MASALASINI OPTIMALLASHTIRISH.**

**15.1. Qorishmalarni tuzishni optimallashtirish.**

**15.2. Tolalarni aralashmasini optimallashtirishning effektiv mezon.**

**15.3. Qorishma tannarxi mezon bo'yicha tolalarni qorishmasini optimallashtirish modeli.**

**15.4. Tolalarni qorishmasi tarkibining tannarxini optimal qiymatini hisoblash.**

### **15.1. Qorishmalarni tuzishni optimallashtirish.**

Engil sanoatida, xususan to'qimachilik sanoatining yigiruv fabrikalarida har xil turdagi qorishmalar va birlashmalarni tuzish muhim ishlab chiqarish masalasi bo'lib, ularning aniq yechimidan 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 tarkiblarni retsepturasini hosil qilish, kleylarni, silliqalaydigan eritmalarini va hokazolar bo'la oladi. Umuman qorishma masalasini optimallashtirish Chiziqli programmashtirish masalasi ko'rinishida ifodalash mumkin.

### **15.2. Tolalarni aralashmasini optimallashtirishning effektiv mezon.**

Qorishmalarni loyihalashdan asosiy maqsad qilib, shunday alohida komponentalarni kombinatsiyasining hosil qilish quyiladikim, bir tomondan nisbatan kamxarajatli qorishmalar hosil qilinsa, boshqa tomondan sifat darajasiga munosib vaqo'atli bo'lishi kerak. Qorishmalarni tarkibini tuzish, bu juda katta mehnat talab qiladigan va ma'suliyatli jarayon. Ma'lumki, paxta yigiruvda, masalan aralashmalar tuzish jarayonida, paxtaning selektciyasi turiga, markasiga va navlari nazarga olinadi. Xom-ashyo va paxta tolalarining ba'zi navlarini narxlar nazarga olgan holda, ularning Chiziqli zichligi (tigizligi), tola uzunligiga, o'zulish 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'lishni nazarga olinishi kerak.

Ma'lumki, Yuqoridagi hamma talablarni intuitiv ravishda sezgi organlar yordamida, tarzda, 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, xom-ashyolarga bo'lgan xarajatlarni xarakterlaydi. Bu ko'rsatkichlar qorishma birligining tan narxi, qorishma tannarxidan, paxtaning kalavasini undan chiqishini hamda xom-ashyolarga xarajatlar, tolalar qorishmasining tannarxi bo'lishi mumkin.

Tolalarning aralashmasini optimallashtirish mezonining eng sodda ko'rinishini qorishmaning massasi birligining tannarxini ifodalash hisoblanadi. (bir tcentner, 1 t).

Qorishma tannarxining minimalligini loyihalashda, quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$X_j$  - j tur yoki tola navining qorishma massasini birligi;

$C_j$  - j tur, yoki tola navining ulgurji narxi;

Bu holda maqsad funktsiya quyidagicha yoziladi:

$$L(x) = \sum_{j=1}^n C_j X_j \rightarrow \min \quad (A)$$

Aniqroq natijaga ega bo'lish mumkin, agar maqsad funktsiyada kalavaning chiqishi, har bir tolaning turi (navi) nazarga olinsa, ya'ni qorishmadan kalavaning chiqishining umumiy hajmi aniqlangan bo'lsa. Bu holda, qorishmaning birlik masasining tannarxi kalavaning undan chiqishining nazarga olgan holda hisoblanadi:

$$L(X) = \sum \frac{C_j X_j}{\omega_j} \rightarrow \min \quad (B)$$

bunda  $\omega_j$  - novdagi toladan kalavaning chiqadigan qismi.

Yana aniqroq natijaga ega bo'lishimiz mumkin, agar xom-ashyoga 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 chiqindining birligining tannarxi.

Ma'lumki keltirilgan ifodada  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} d_{ij} X_j$  - 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 funktsiya bo'lgani uchun, uni yechishda maxsus algoritmni qo'llash kerak.

Iqtisodiy ko'rsatkichlardan boshqa, masalaning maqsad funktsiyasi 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 funktsiyasi 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 mezonidan xususiy bo'lib, korxona boshlig'i tomonidan konkret hollarda tanlanadi.

### 15.3. Qorishma tannarxi mezon bo'yicha tolalarni qorishmasini optimallashtirish modeli.

Tolalarni qorishmasini optimallashtirish modelini, qorishma tannarxi mezon bo'yicha aniqlaymiz.

Buning uchun quyidagi belgilarni kiritamiz:

$T_j$  - tolaning j - komponentining Chiziqli zichligi,

$T$  - tolaning qorishmada rejalashtirilgan o'rtacha Chiziqli zichligi,

$L_i$  - j tolaning komponentasi bo'yicha o'rtacha uzunligi,

$l$  - tolaning qorishmada rejalashtirilgan o'rtacha uzunligi,

$R_j$  - tolalarning j komponentasini uzilish quvvati,

$R$  - qorishmadagi tolalarni rejalashtirilgan o'rtacha uzilish quvvati.

Texnika iqtisodiy ko'rinishda, masalaning qo'yilishi, qorishmaning shunday fizik va mexanik xossalarga ega bo'lishi kerakki, uning tannarxi 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'rtacha Chiziqli tolasi berilgan kattalikdan oz bo'lmaslik sharti :

$$\sum_{j=1}^n l_j X_j \geq e \quad (s)$$

Shunday qorishma tuzish kerakki, tolaning o'rtacha uzilish quvvati, rejalashgan qiymatidan oshmaslik sharti o'rinni bo'lsin :

$$\sum_{j=1}^n P_j X_j > P \quad (d)$$

Shunday qilib , a, b, c, d cheklanishlarni nazarga olgan holda, maqsad funktsiyaning (B) eng kichik qiymatini hisoblash kerakki,  $X_1, X_2, \dots, X_n$  o'zgaruvchilar to'plami musbat qiymatga ega bo'lgan holda, bular birgalikda Chiziqli programmashtirish masalasini ifodalaydi.

#### 15.4. Tolalarni qorishmasini tarkibini tannarxini optimal hisoblash.

Tolalarni qorishmasini optimallashtirish masalasining iqtisodiy – matematik modelini tuzib, aniq qiymatlar uchun masalani echamiz.

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 (Jadval a). Shunday tolalar qorishmasini tuzish kerakkim, sifat ko'rsatkichi rejalashgandan kam bo'lmasdan, tannarxi shu shartlarda minimum qiymatga erishsin.

Maqsad funktsiyaning qiymati, 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 funktsionaldan foydalanib jadval a dan, quyidagi maqsad funktsiyanini hosil qilamiz. (Jadval a).

$$L(x) = 2,69x_1 + 2,52x_2 + 2,03x_3 + 1,4x_4 \rightarrow \min$$

Jadval a

| Paxta navlari | Indekslar (j) | Paxtaning ilguri narxi. Si lt. mln. so'm | Tolalarning Chiziqli zichligi M. Teks (Tj) | Tolalarning uzunlik o'rtacha ul-chovi 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                               |
| Qorishmaning<br>rejalashgan<br>sifat<br>ko'rsatkichi |   | 2.2772 | 162 dan<br>oshmasligi<br>kerak | 27,3 dan oz<br>bo'lmaslik<br>sharti | 4,2 dan oz<br>bo'lmaslik<br>sharti |

Iqtisodiy – matematik modelda funktsional 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 funktsiyaning 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 mumkinkim, qorishma tarkibida paxtaning 41,98 % I navli paxta, 53,13 %ni II - chi navli paxta va 4,89% ni IV chi navli paxtani hosil qilar ekan, optimal yechim vektor esa, cheklanishlarni va maqsad funktsiyaning qanoatlantiradi.

Qorishmaning 1 tonnasiing tannarxi  $F(x)=2,2772$  mln so'mga teng ekan.

Boshlang'ich qiymatlarni o'zgarasligini nazarga olgan holda, masalaning uzilish quvvatini aniqlashining iqtisodiy - matematik modeli quyidagicha ifodalanadi :

$$\begin{cases} X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1 \\ 28,6X_1 + 27,2X_2 + 26,5X_3 + 27X_4 \geq 27,3 \\ 164X_1 + 144X_2 + 163X_3 + 134X_4 \leq 162 \\ 2,69X_1 + 2,52X_2 + 2,03X_3 + 1,42X_4 = 2,2772 \\ X_i \geq 0; i = 1, 4 \end{cases}$$

$$F_1(x) = 4,54X_1 + 4,15X_2 + 4,06X_3 + 3,51X_4 \rightarrow \max$$

Bu iqtisodiy-matematik modelni echib paxta tolasining o'rtacha uzilish quvvati hisoblandi, qorishma tarkibini optimallashtirishga esa shu ko'rsatkich bo'yicha  $F_1(x) = 4,282$  ch 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 funktsiyaning qiymati yanada kuchayadi.

### Tayanch iboralar

Korishma, tolalar aralashmasi, effektiv mezon, yigirish, ulgurji narx, tolaning uzunligi quvvati, paxta navlari, paxta tolasining o'rtacha uzunligi quvvati.

### Xulosa

To'qimachilik va engil sanoatlarida har xil tolalardan qorishmalar tayyorlaniladi, yoki boshqa qorishmalar, bunda har xil mezonlar qabul qilinadi, hamda har xil maqsad funktsiyalar tuziladi. Masalan: qorishmaning minimal tannarxi, kalavaning o'rtacha uzilish quvvatini aniqlash.

### Takrorlash uchun savollar:

1. Qaysi bir qorishma masalalarini bilasiz?
2. Qorishma tannarxining minimallik mezonini yozaolasizmi?
3. Tolalarni aralashmasi mezonini yozing?
4. Tolalarni to'plamli shartini yozing?
5. Modelda musbatlik shart o'rinlimi?
6. Qorishma masalasi chizikli programmalashtirish masalasi bula oladimi?
7. Qorishma sifat ko'rsatkichi o'rinlimi?
8. Qorishmada paxtaning qaysi navlaridan foydalanish mumkin?

## §16. CHIZIQLI VA CHIZIQSIZ MODELLARNING PROGNOZ MASALASINI EChISH, IMITATsION, ANALITIK MODELLASHTIRISH, MODEL PARAMETRLARINI EXCEL-DA, PASKAL-DA ANIQLASH.

### 16.a. Chiziqli matematik modellar.

#### 16.1. Chiziqsiz modellarning turlari.

#### 16.2. Lagranj funktsiyasi.

#### 16.3. Chiziqsiz modellari Chiziqli modellarga aylantirish.

#### 16.4. Imitatsion modellashtirish.

#### 16.5. Analitik modellashtirish usullari.

#### 16.6. Bir faktorli Chiziqli regressiya tenglamasining parametrlarini EXCEL-da aniqlash

### 16.a. Chiziqli matematik modellar.

Amaliyotda jarayonlarni bog'lanishlarini polinomial Chiziqli matematik modellar orqali ifodalash mumkin.

$$Y_t = a_0 + a_1 t \quad \text{birinchi darajali polinom;}$$

$$Y_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad \text{ikkinchi darajali polinom;}$$

$$Y_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \quad \text{uchinchi darajali polinom}$$

va hokazo, bunda

noma'lum parametr  $a_1$  - Chiziqli o'sish deyiladi;

parametr  $a_2$  - o'sish sur'atini ifodalaydi;

parametr  $a_3$  - o'sish sur'atining o'zgarishidir.

Iqtisodiyotda ba'zan dinamik qatorlarning o'rtacha siljish usullaridan

ham foydalaniladi (uch. to'rt. beshta nuqtalar bo'yicha).

Polinomlarga eng kichik kvadratlar usulini (EKKU) qo'llab normal tenglamalar

sistemasini hosil qilindi

Masalan, birinchi tartibli polinom

$$Y = a_0 + a_1 x \quad \text{uchun quyidagi (EKKU) shart bajarilishi kerak.}$$

$$F(a_0, a_1) = \sum_{i=1}^n [y_i - (a_0 + a_1 x_i)]^2 \rightarrow \min (1)$$

Bu funktsionalga ekstremal funktsiyaning sharti o'rinli, ya'ni noma'lum parametrlar bo'yicha xususiy hosilalar nolga teng bo'lishi kerak:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dF}{da_0} &= 0 \\ \frac{dF}{da_1} &= 0 \end{aligned} \right\} (2) \quad \text{ya'ni} \quad \left. \begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial a_0} &= 2 \sum_{i=1}^n [y_i - (a_0 + a_1 x_i)](-1) = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial a_1} &= 2 \sum_{i=1}^n [y_i - (a_0 + a_1 x_i)](-x_i) = 0 \end{aligned} \right\} (3)$$

Bu ifodaning ikkala qismini 2 ga qisqartirib,  $x_i, y_i$  bir tomonga, noma'lumlarni, qavslarni ochib ma'lumlarni (parametrlarni) ikkinchi tomonga o'tkazib quyidagi ko'rinishdagi normal tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$\left. \begin{aligned} a_0 n + a_1 \sum x_i &= \sum y_i \\ a_0 \sum x_i + a_1 \sum x_i^2 &= \sum y_i x_i \end{aligned} \right\} (4)$$

Yuqoridagi polinomlar uchun ham EKKU usulini qo'llab quyidagi ko'rinishdagi normal tenglamalar sistemalarini hosil qilamiz: Ikkinchi tartibli polinom uchun

$$\left. \begin{aligned} a_0 n + a_1 \sum x_i + a_2 \sum x_i^2 &= \sum y_i \\ a_1 \sum x_i + a_2 \sum x_i^2 + a_3 \sum x_i^3 &= \sum y_i x_i \\ a_2 \sum x_i^2 + a_3 \sum x_i^3 + a_4 \sum x_i^4 &= \sum y_i x_i^2 \end{aligned} \right\} (5)$$

$$\left. \begin{aligned} a_0 n + a_1 \sum x_i + a_2 \sum x_i^2 &= \sum y_i \\ a_1 \sum x_i + a_2 \sum x_i^2 + a_3 \sum x_i^3 + a_4 \sum x_i^4 &= \sum y_i x_i \\ a_2 \sum x_i^2 + a_3 \sum x_i^3 + a_4 \sum x_i^4 + a_5 \sum x_i^5 &= \sum y_i x_i^2 \\ a_3 \sum x_i^3 + a_4 \sum x_i^4 + a_5 \sum x_i^5 + a_6 \sum x_i^6 &= \sum y_i x_i^3 \end{aligned} \right\} (6)$$

Uchinchi tartibli polinom uchun normal tenglamalar sistemasi hosil qilindi.

Bu normal tenglamalar sistemalariga Gauss usulini qo'llab, noma'lum parametrlar aniqlanadi, hamda regressiya chiziqlari chiziladi, prognoz masalasi echib, matematik modellar baholandi, ya'ni korrelyatsiya koeffitsienti va nisbiy xato hisoblanadi, modellarning adekvatligi aniqlanadi.

### 16.1. Chiziqsiz modellarning turlari.

Chiziqli modellarning cheklanishlari, yoki maqsad funktsiyasi Chiziqsiz funktsiyalardan iborat bo'lishi, yoki ham cheklanishlar ham maqsad funktsiya Chiziqsiz funktsiyalardan iborat bo'lishi mumkin. Tabiatdagi jarayonlar va korxonalar faoliyatini baholaydigan modellar Chiziqsiz modellar bilan ifodalanishi mumkin. Korxonaning yalpi mahsulotlarini ishlab -chiqarish masalasi Chiziqsiz funktsiya ko'rinishida ifodalanadi. Bunda funktsiya qiymatlari boshqarish qonunlariga, yoki boshqarib bo'lmaydigan qonuniyatga ega bo'lishi mumkin, ya'ni ular ehtimollik funktsiyalardan 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 funktsiyalaridan foydalanish mumkin, bu funktsiyalar quyidagi ko'rinishlarda berilishi mumkin:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_1 x_2 + a_4 x_2 x_3 + \dots + a_n x_{n-1} x_n, \quad (1)$$

$$y = a_0 + a_1 x_2 + a_2 x^2 + a_3 x^3 + \dots + a_n x^n, \quad (2)$$

$$y = \exp(a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n) \quad (3)$$

$$Y = A_0 \prod_{i=1}^n X_i^{a_i} \quad (4)$$

Oxirgi, 4-chi modelda  $p=2$  ga teng bo'lsa Kobbi -Duglas modelini hosil qilamiz.

Yuqoridagi modellar ko'p o'zgaruvchilardan 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 funktsiyasi.

Masalan, tabiatdagi va korxonalarning ishlab chiqarish masalasi uchun ularning modellarini hosil qilish mumkin. Chiziqsiz (3), (4) IMM ni 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 masalalarni echganda Lagranj funktsiyasini ham qo'llash mumkin. Bunda avval Chiziqsiz modellarni cheklanishlarining noma'lum parametrlarini aniqlanib keyin esa, koeffitsient orqali Lagranj funktsiyasi tuziladi va funktsionalning ekstrimal qiymati aniqlanadi:

$$F(x) = (R_1 X_1 + R_2 x_2) + L \cdot (y - Ax_1^{a_1} x_2^{a_2}) \rightarrow \min$$

(1)

Bunda, yana quyidagi cheklanish o'rinli bo'lganda

$$Y = A x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2} \quad (2)$$

Ekstremal masalaning iktisodiy-matematik modeli Hosil buldi.

Ma'lumki funktsionalning cheklanishi Chiziqsiz ko'rinishda berilgan.

## 16.3. Chiziqsiz modellarni Chiziqli modellarga aylantirish.

Chiziqsiz iqtisodiy – matematik modellar uchun quyidagi misollarni keltiramiz: qishloq xo'jaligida yillar buyicha ishlab chiqaradigan mahsulotlarni hosildorligi, havoning nisbiy namligi, yilning dekadoviy temperaturalari, er osti suvlarning satrlarini ifodalaydigan modellar. Bu modellar Chiziqsiz modellar orqali ifodalanadi, chunki bunda chiziqsiz model to'rt 4 qismdan iborat bo'lishi mumkin, modelning Chiziqli qismini  $-u = ax + b$  funksiya orkali, ikkinchi qismi modelning davriy qismini ifodalaydi va x.k.

Misol: Korxonaning yalpi ishlab chiqaradigan mahsuloti quyidagi iqtisodiy matematik model orqali berilishi mumkin.

$$Y = A x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2} \cdot x_3^{a_3} \quad (3)$$

Noma'lum  $A, a_1, a_2, a_3$  parametrlarni aniqlash kerak, uchinchi kurinishdagi modelda  $u, X_1, X_2, X_3$  vakt oraligida kuzatilgan qiymatlar, tanlangan modelni logarifmlab, eng kichik kvadratlar usulini qo'llaymiz:

$$\ln y = \ln A + a_1 \ln x_1 + a_2 \ln x_2 + a_3 \ln x_3$$

Yangi o'zgaruvchilar kiritamiz:

$$\left. \begin{aligned} Y &= A + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 \\ a_1 + a_2 + a_3 &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Sistemaning birinchi tenglamasiga eng kichik kvadratlar usulini qo'llab, noma'lum parametrlar uchun to'rtta tenglamalar sistemasini hosil qilamiz, bunda tenglamalar sistemasi ekstremal  $F(A, a_1, a_2, a_3)$  funktsionaldan xususiy Hosilalarni nolga tenglashtirib Hosil qilamiz.

Oxirgi hosil bo'lgan sistemani echib noma'lum parametrlarini aniqlaymiz, optimallashtirish masalasida cheklanishlar sistemasi ma'lum bo'ladi, keyin esa masalaning optimallashtirishiga o'tiladi.

#### 16.4. Imitatsion modellashtrish.

Amaliy masalalar o'zining ma'lum bir konkret vaqt intervalida qo'llanishi bilan nazariy masalalardan farq qiladi. Amalda bizni qiziqtirgan real obyektni cheksiz vaqt davomida qarshi ma'noga ega emas. Amaliy masalalarni yozishda asosan qarab chiqilgan konstruktiv matematik usullardan foydalaniladi. Ana shunday usullardan biri imitatsion modellashtrishdir. Imitatsion model nima, u nimani o'rganadi, analitik modellashtrishdan 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 lotin so'zi bo'lib «taxlid qilish», «o'xshash» degan so'zlar ma'nosida ishlatiladi. Modellashtrish nuqtai nazarida imitatsion model real obyektning kompyuterdagi «aynan» obrazi yoki «nusxasi». Bu «nusxa» real obyektning asosiy va asosiy bo'lmagan xususiyatlarini o'ziga akslantirishi mumkin. Analitik modellashtrish haqida buni ayta olmaymiz. Chunki analitik model real obyektning faqat va faqat eng asosiy xususiyatlarini o'ziga akslantira oladi va real obyektning iloji boricha kerakli darajada soddalashtirilgan obrazidir. Imitatsion model buni teskarisi, ya'ni to iloji boricha real obyektga kerakli darajada yaqinlashgan obrazidir. Imitatsion modellashtrish usuli real obyekt haqidagi har qanday ma'lumotdan foydalanishga imkon beradi. Analitik matematik modellashtrish usuli haqida buni aytish qiyin.

Albatta, Yuqoridagilardan kelib chiqmaydiki, imitatsion modellashtrish – analitik modellashtrishga nisbatan mukammal va effektliroq. Bu ikki matematik modellashtrish usullarining bir-biridan tamoman farq qilishi, ularni har birini o'ziga xos masalalariga ega ekanligidan dalolat beradi, bundan kelib chiqadiki, har bir matematik modellashtrish metodi atrof-muhitni o'rganishdagi o'z-o'rniga ega va xech qachon bir-birini o'rnini bosmaydi, faqat bir-birini to'ldiradi xolos.

Imitatsion modellashtrish EHM va kompyuterlar bilan chambarchas bog'liqdir, ya'ni EHM va kompyutersiz imitatsion modellashtrish ma'noga ega emas. Hozirgi zamonda kompyutersiz taraqqiyotimizni tasavvur qilishimiz mumkin emas. Ana shuni o'zi imitatsion modellashtrishni hozirgi zamon taraqqiyot darajasidagi tutgan o'rnini yaqqol akslantiradi.

#### **a) Matematik modellash tirishda imitatsion yondoshish.**

Amalda ko'p masalalar mavjudki, ma'lum bir konkret vaqt intervalida qaraladi. Misol uchun shunday aktual amaliy masalalaridan biri ob-havoni oldindan ayta olish, atrof-muhitni ifloslanish darajasini oldindan ko'ra bilish, kompleks ishlab chiqarish obyektlarni traektoriyasini kuzatishdek masalalar kiradi. Bunday tipdagi masalalar ko'pincha juda ko'p o'zgaruvchilar, parametrlar, ularning o'zaro Chiziqli va Chiziqsiz bog'liqlari va natijaning xilma-xil (sonli kattaliklar, grafikaviy, jadvali va o'zgaruvchilar) ko'rinishiga 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'lmagan 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. Bundan so'ng bunday blok-sxema yoki strukturaviy sxemaga biror-bir algoritmik tilda kompyuterga mo'ljallangan programma yoziladi. Bizning yozgan programmamiz o'rganilayotgan masalani dinamikasini kompyuterda akslantira olishi lozim, ya'ni bizni qiziqtirgan parametrlarini o'zgarishini oldindan ko'ra bilish mumkin bo'lsin. Ana shunday yozilgan programma o'rganilayotgan masalani imitatsion modeli bo'la oladi. Imitatsion modelni boshqa tipdagi modellardan, amaliy nuqtai nazardan, imkoniyatlari ancha keng.

#### **b). Hisoblash eksperimentlarini o'tkazish.**

Analitik modellarning tekshirish va ularni o'rganish usullari bilan biz batafsil tanishib chiqdik. Imitatsion modellarni tekshirish usullari analitik modellarni tekshirish usullaridan farqli o'laroq. Imitatsion modellarni tekshirish va o'rganish usuli 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 tahlili qilish va qayta ishlash;
- 5) Real obyektning 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 yoki yo'qmi degan savolga javob axtariladi. Muvofiqlik deganda miqdor jihatdan emas, balki sifat jihatdan imitatsion model natijalarining haqiqiy obyektga kuzatish natijalari bilan o'xshashligi bir xil yo'nalishdagi va hokazolar tushuniladi.

Bunda o'tkazilgan matematik tadqiqotlar asosida biror bir qulay algoritmik tilda kompyuter uchun programma yoziladi. Yozilgan programma va tegishli

berilganlar asosida kompyuterda bizni qiziqtirgan hisoblashlar bajariladi. Olingan natija haqiqiy obyektida ko'zatilgan berilganlar bilan solishtiriladi. Qiyosiy analiz natijasi asosida: agar muvofiqlik o'rnatilmagan bo'lsa, kaytib programmaga yoki matematik yozuvlarga bazibir 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 eksperimentni ikkinchi etapiga o'tiladi.

2) Model parametrlarini baholash. Bu etapda asosan imitatsion model natijalarini nafaqat sifat jihatdan, balki miqdor jihatdan ham haqiqiy obyektning kuzatish natijalari bilan yaqinlashtirish masalasi hal qilinadi.

Bunda imitatsion modelga obyektning dinamikasini xarakterlaydigan ba'zi bir parametr yoki kattaliklar hisobga olinganki, ularni haqiqiy obyektning kuzatilayotganda tabiiy eksperimentlarda aniqlab bo'lmaydi. Bunday parametrlarni aniqlash bajarilayotgan ilmiy ishning eng asosiy va negizi hisoblanadi. Modellashirishning 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 parametrga qiymati o'rganilayotgan parametrimizning haqiqiy qiymatiga yaqin qiymat deb qabul qilamiz va shu parametrga 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 modellashirish nazariyasida modeldagi bir necha parametrlarni birgalikda baholash problemi echilmagan, ochiq turibdi. Amaldagi bunday hollarda modelni alohida bloklarga bo'lib har bir blokda parametr 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 parametr baholanganda qolganlari o'zgarmasdan saqlanadi va bu protsess juda ko'p qaytariladi, to kerakli natija olguncha.

Birinchi va ikkinchi etapda bajarilgan ishlar imitatsion modellashirishda identifikatsiyalash deb ataladi.

3) Prognozlashtirish masalalarini bajarish. Imitatsion modellashirishning bu etapida biz identifikatsiyalashtirilgan modelimizni identifikatsiya jarayonida ishlatilmagan obyekt berilganlari bo'yicha hisoblash eksperimentini o'tkazamizki, bu protsess verifikatsiya deyiladi. Bu jarayon modellashirishda real obyektning

ba'zibir hisobga olinmagan (tabiiy eksperimentda ochiqdan ochiq tashlanmagan) tabiatini o'rganishdan iboratdir. Bunday hisoblash eksperimentlari obyektini bir necha har xil guruh berilganlari uchun o'tkaziladi. Ana shu jarayonda model bilan real obyekt dinamikasi orasila kerakli darajadagi yaqinlikka erishilsa, unda bizni ko'rgan modelimiz real obyekt dinamikasini akslantira oladi deyishimiz mumkin, agar kerakli darajadagi yaqinlik, bulmasa 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 boskichda verifikatsiya o'tkazilgan imitatsion modelni analda qo'llash andozalari 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 informatciyalarni olish yo'llarini axtarish, prognozlashtirishni hisoblash eksperimentlarini andozasini ishlab chiqarish va hokazolar kiradi.

5) Real obyektmi 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 usimliklarga yoki hasharotlarga ta'sirini o'rganish (ekosistemasini ifloslanishi, bir tomonlama jarayonlarni ro'y berish mumkinligi, kommuniyativlik xossasiga ega bo'lish mumkinligi va hokazolar), er iqlimini global masshtabda o'rganish, biosferani o'rganishda davlat iqtisodiyotini o'rganishda, quyoshdagi termodynamik 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-qavatni 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 funktsiya  $Y_i$  qiymatlarini hisoblaymiz ya'ni,  $y_i=f_i(x_i, a, b)$ , yoki  $y_i=ax_i+b$  (1)

Umuman aytganda funktsiyaning olingan qiymatlarini uning jadvaldagi qiymatlaridan chetlanadi:

$$y_i=f_i(x_i, a, b)=e_i$$

O'rta qiymatlar usuliga binoan, chetlanushlar 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:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^k [y_j' - f(x_j', a, b)] = 0 \\ \sum_{j=k+1}^n [y_j'' - f(x_j'', a, b)] = 0 \end{array} \right.$$

Bu erda  $j=\overline{1, k}$  va  $j=\overline{k+1, n}$  jadval qiymatlariga mos birinchi va ikkinchi guruh sonlari. Sistemadagi ayirmalar yig'indisini, yig'indilar ayirmasi bilan almashtirsak quyidagi sistema hosil bo'ladi:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^k y_j' = \sum_{j=1}^k f(x_j', a, b) \\ \sum_{j=k+1}^n y_j'' = \sum_{j=k+1}^n f(x_j'', a, b) \end{array} \right. \quad (2)$$

Bu sistemaning birgalikdagi yechimi a va b parametrlarning son qiymatini beradi. Ularni  $y-f(x, a, b)$  ifodaga olib borib kuysak, izlanayotgan empirik munosabatga ega bo'lamiz, ya'ni jarayonlarini 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:

| N <sub>o</sub> | X  | ΣX | Y  | ΣY  |
|----------------|----|----|----|-----|
| 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 kupaytirgan.

Hosil bo'lgan o'rt qiymatlarni oxirgi 2-chi sistemaga qo'yib, quyidagi sistemani hosil qilamiz

$$\begin{cases} 550 - 30a + 5b \\ 570 - 42a + 3b \end{cases}$$

Bu sistemani echib  $a$  va  $b$  no'malum parametrlarni aniqlaymiz:

$$a=10 \text{ va } b=50$$

Shunday qilib iqtisodiy jarayonlar quyidagi qonuniyat bilan o'zgarar ekan.

$$y=10x+50$$

Bu hosil qilingan matematik modelning erkli o'zgaruvchisiga qiymat berib prognoz masalasini yechish mumkin, hamda matematik modelni baholash uchun, nisbiy xato va korrelyatsiya koeffitsienti hisoblanadi.

## B) MATEMATIK MODEL TANLASHNING EMPERIK 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 funktsional 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 ko'zatilgan qiymatlar asosida topish talab qilinsa, bunday formulaga **emperik formula** deyiladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, emperik formulani qurish masalasi interpolatsiyalash masalasidan farq qiladi. Interpolatsiyalashda  $y=f(x)$  ko'rinishidagi ko'phad qurilib, bunda  $y_i=f(x_i)$ ,  $i=1, n$  bo'ladi. Mana shu shartdan kelib chiqib, interpolatsiya ko'phadini shunday ko'rish mumkinki, bu paytda tajribada olingan natijalar funktsiyaning hisoblangan qiymatlarida aynan takrorlanadi. Lekin, amalda bunchalik to'la mos tushishi shart emas, chunki interpolatsiya ko'phadi kuzatishlar paytida barcha xatoliklar takrorlaydi.

$$Y=f(x, a_1, \dots, a_m) \quad m < n$$

Ko'rinishdagi emperik formulani aniklaganda  $y_i=f(x_i, a_1, \dots, a_m)$  tenglikning aynan bajarilishi doimo talab qilinmaydi, balki

$f(x_1, a_1, \dots, a_m) - f(x_i)$  ayumaning ko'rilyotgan sohada kichik miqdor bo'lishi etarlidir.

Emperik formulani ko'rish masalasi ikki bosqichdan iborat:

1. Formulaning umumiy ko'rinishini aniqlash.

2. Tanlangan formula parametrlarini topish.

Agar  $X$  va  $Y$  miqdori orasidagi bog'lanish xarakteri noma'lum bo'lsa u holda emperik formulani iloji boricha sodda va etarli aniqlik beradigan ko'rinishda tanlash muvofiq ba'zi hollarda emperik formulani tanlash o'rtalayotgan bog'lanish xarakterini nazariy tasavur, 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'lanishlarning grafisini ko'rish, izlanayotgan funktsiya kanaka 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 funktsiya bo'lsin. Izlanayotgan empirik bog'lanishni quyidagi funktsiyalar majmuasi orasidan biri sifatida tanlash mumkin:

1)  $y = ax + b$  - Chiziqli funktsiya

2)  $y = ab^x$  - ko'rsatgichli funktsiya;

3)  $Y = \frac{1}{ax+b}$  - ratsional kasrli funktsiya

4)  $y = a \ln x + b$  - logarifmli funktsiya,

5)  $y = ax^b$  - darajali funktsiya,

6)  $y = a + b/x$  - giperbolali funktsiya,

7)  $y = \frac{x}{a^x + b}$  - ko'rinishdagi ratsional kasrli funktsiya

Ko'rilgan grafikka, nisbatan ko'proq mos tushadigan  $u = f(x, a, b)$  ko'rinishidagi analitik bog'lanishni tanlash uchun, quyidagi qo'shimcha hisoblashni bajaramiz. Erkli o'zgaruvchining berilgan kesmadagi o'zgarish qiymatlari orasidan etarli aniqlikka va iloji boricha bir-biridan uzoqroqka etuvchi nuqtalarni tanlaymiz. Soddaroq bo'lishi uchun, bu nuqtalarni  $x_1$  va  $x_n$  deb belgilaymiz. So'ngra esa ularning  $n=2$  ga teng bo'lganda

o'rta arifmetik 
$$\bar{X}_{ar} = \frac{x_1 + x_n}{n}$$

o'rta geometrik

$$\bar{X}_{geom} = \sqrt{x_1 \cdot x_2}$$

o'rta garmonik

$$\frac{2 \cdot x_1 \cdot x_n}{x_1 + x_n}$$

qiymatlarni hisoblaymiz.

Ko'rilgan grafikdan erkli o'zgaruvchining hisoblangan qiymatlarga mos keladigan, hozircha analitik ko'rinishi noma'lum bo'lgan  $y=f(x,a,b)$  uchun, erksiz o'zgaruvchining qiymatlarini topamiz:

$$X_{ap} \rightarrow y_1,$$

$$X_{geom} \rightarrow y_2,$$

$$X_{garm} \rightarrow y_3$$

Erksiz y 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  $Y_{geom} = \sqrt{y_1 * y_n}$

va o'rta garmonligini  $Y_{garm} = \frac{2y_1 * y_n}{y_1 + y_n}$  hisoblayiniz.

Grafikdan topilgan  $y_1, y_2, y_3$  qiymatlar bilan hisoblangan  $Y_{arif}, Y_{geom}, Y_{garm}$  qiymatlarni taqqoslab, ular orasidagi farqlarni baholaymiz:

$$|Y_r - Y_{ap}| = e_1$$

$$|Y_1 - Y_{geom}| = e_2$$

$$|Y_r - Y_{geom}| = e_7$$

$$|Y_1 - Y_{garm}| = e_3$$

$$|Y_2 - Y_{ap}| = e_4$$

$$|Y_2 - Y_{geom}| = e_5$$

$$|Y_3 - Y_{ap}| = e_6$$

Ushbu xatoliklar orasidan eng kichigini topamiz:

$$e = \min(e_1, e_2, \dots, e_7)$$

1. Agar barcha absolyut xatoliklar orasida eng kichigi  $e_1$  bo'lsa, yholda berilgan grafikka mos keladigan analitik bog'lanish  $y=ax+b$  ko'rinishdagi Chiziqli funkctiyadir.

2. Agar eng kichik xatolik  $e_2$  bo'lgan holda, emperik bog'lanishni  $y=ab^x$

-ko'rsatkichli funkctiya ko'rinishida tanlash kerak.

3. Eng kichik xatolik  $e_3$  bo'lsa, qidirilayotgan emperik bog'lanish

$y = \frac{1}{ax+b}$  ratsional kasrli funkctiya ko'rinishida aniqlanadi.

4. Agar eng kichik absolyut xatolik  $e_4$  bo'lsa,  $y=a\ln x+b$  logarifmik funkctiya yaxshi yaqinlanish beradi.

5. Qachonki  $e_5$  eng kichik absolyut xatolik bo'lsa, emperik bog'lanish  $y=ax^b$  darajali funkctiya ko'rinishida kidirish kerak.

6. Agar absolyut xatoliklar orasida eng kichik  $e_6$  bo'lsa, u holda izlanayotgan bog'lanishni

$$y = a + \frac{b}{x} \quad \text{giperbolali funktsiya ko'rini}$$

shida tanlash ma'quldir.

7. Va nixoyat, qachon eng kichik absolyut xatolik  $e_7$  bo'lsa, analitik bog'lanish sifatida

$$y = \frac{x}{ax+b} \quad \text{ko'rinishdagi ratsional funktsiya}$$

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 funktsiyaning qiymatlari;

$n$  – kuzatishlar soni.

Regressiya tenglamasini aniqlash uchun quyidagi kattaliklarning son qiymatlari aniqlanadi:

1. O'rta qiymatlar

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{ekzogen qiymatlar uchun}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad \text{- endogen qiymatlar uchun}$$

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'rta 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'rta kvadratik chetlanish kattaliklari kuzatiladigan miqdorlar atrofidagidan tarqoqlikni, o'rta qiymatdan. Dispersiya qancha katta bo'lsa, tarqoqlik ham shuncha katta bo'ladi.

4. Korrelyatsion lahza quyidagicha hisoblanadi

$$K_{xy} = \frac{\Delta x_1 \cdot \Delta y_1 + \Delta x_2 \cdot \Delta y_2 + \dots + \Delta x_n \cdot \Delta y_n}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i \cdot \Delta y_i}{n-1}$$

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. Korrelyatsiya koeffitsienti quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$R_{xy} = \frac{K_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

Isbotlanganki, korrelyatsiya koeffitsienti minus bir va plus bir orasida joylashgan ( $-1 \leq R_{xy} \leq 1$ ). Korrelyatsiya koeffitsientining kvadrati ( $R_{xy}^2$ ) determinatsiya koeffitsienti deyiladi.

Agar  $R_{xy} \geq 0.8$ , bo'lsa, hisoblashlarni davom etish kerak.

6. Regression tenglamalarni parametrlarini hisoblaymiz.

Koeffitsient  $b$  quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$b = \frac{K_{xy}}{D_x}$$

Shundan keyin esa  $a$  parametrmu 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 funktsiya 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 funktsiya 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 (jadval A)

Jadval A

| Yillar<br>n | Daromad<br>X | Talab<br>Y |
|-------------|--------------|------------|
| 1           | 10           | 6          |
| 2           | 12           | 8          |
| 3           | 14           | 8          |
| 4           | 16           | 10,3       |
| 5           | 18           | 10,5       |
| 6           | 20           | 13         |

Faraz qilaylik, jadval A-da keltirilgan miqdorlar orasidagi bog'lanish chiziqli ko'rinishda bo'lsin.

$$y=a+bx$$

Bu xolda hisoblashlarni EXCEL-da bajarib, quyidagi statistik funktsiyalardan foydalanamiz:

SRZNACH – o'rta qiymatlarni hisoblash uchun;

DISP – dispersiyani hisoblash uchun;

STANDOTKLON – o'rta kvadratik chetlanishni hisoblash uchun;

KORELL – korrelyatsiya koeffitsientini hisoblash uchun.

Korrelatsion lahzani hisoblash mumkin, agar X va Y qatorlar uchun chetlanishlarni hisoblab, keyin esa funktsiya SUMMPROIZV-dan foydalanib, yig'indi va ko'paytmalarni  $n-1$  ga bo'lish kerak. Hisoblash natijalarini jadval V-ga kiritamiz.

Jadval V

### Regressiya tenglamasini parametrlari

| Ko'rsatkichlar             | X        | Y        |
|----------------------------|----------|----------|
| O'rta qiymatlar            | 15       | 9,3      |
| Dispersiya                 | 14       | 6,08     |
| O'rta kvadratik chetlanish | 3,7417   | 2,4658   |
| Korrelatsion laxza         | 8,96     |          |
| Korrelatsiya koeffitsienti | 0,9712   |          |
| Parametrlar                | $b=0,64$ | $a=-0,3$ |

Natijada izlanayotgan tenglama quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

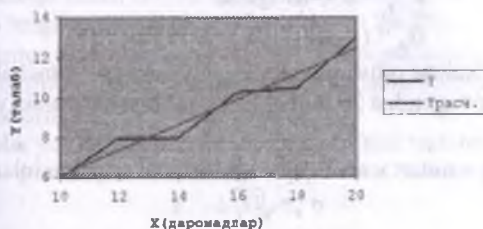
$$y_m = -0.3 + 0.64x$$

Bu tenglamadan foydalanib uning hisoblanadigan qiymatlarini aniqlab, grafigini chizish mumkin. (rasm S).

Grafikda sinik chiziq U-ning fakt qiymatlari bilan, to'g'ri chiziq esa regressiya tenglamasi bilan chizilgan bo'lib talabni daromaddan bog'liqligini ifodalaydi.

Lekin savol tug'iladiki «a» va «b» parametrlar qancha salmoqqa ega? Xatolikning kattaligi qanday qiymatga ega?

$$Y=a+b \cdot x$$



Ris. A. O'zgaruvchi Y ning faktiv miqdori va model bilan hisoblangan qiymatlar

### A.Chiziqli birfaktorli tenglamaning xatosini kattaligini baholash

1. Funktsiyaning (Y) berilgan qiymatlari va model bilan hisoblangan qiymatlarini  $Y_i$  orqali ifodalaymiz.

$$Y_i = y_i - y_p,$$

bunda

$y_i$  -  $y$  - ning fakt qiymatlari;

$y_{ip}$  -  $y$  ning model bilan hisoblangan qiymatlari;

$y_i - y$  lar orasidagi farq

2. Yig'indilar xatoligi sifatida quyidagi miqdor tanlangan:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{y - 2}$$

Bizning misol uchun  $S = 0.432$

Qoldiqlarning o'rtacha qiymati  $\bar{y}$  nolga teng. Shuning uchun xatoliklarning yig'indisi qoldiq dispersiyaga teng:

3. Qoldiq dispersiya quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$D_y = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - 2} = \frac{\sum y_i^2}{n - 2} = S$$

Bizning misol uchun  $D_y = 0.432$ . Ko'rsatish mumkinki

$$D_u = (1 - R_{xy}^2) \cdot D_y$$

Agar  $R_{xy}^2 = 1$ , bo'lganda"  $D_y = 0$

$$R_{xy}^2 = 0, \text{ bo'lganda" } D_y = D_y$$

Shunday kilib,  $0 \leq D_y \leq D_y$

Osonlikda kurish mumkin, agar

$$R_{xy} = 0.9, \text{ bo'lganda"}$$

$$D_u = (1 - 0.81) \cdot D_y = 0.19 \cdot D_y$$

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:

$$\sigma_y = \sqrt{D_y}$$

bunda

$D_u$  - qoldiq dispersiya. Bizning holda standart xato  $\sigma_u = 0.6572$ .

5. Regressiya tenglamasining nisbiy xatosi quyidagicha hisoblanadi:

$$\theta = \frac{\sigma_y}{y} \cdot 100\%$$

bunda

$\sigma_y$  - standart xatolik

$\bar{y}$  - funktsiyaning o'rtacha qiymati.

Bizning xolda  $\theta = 7.07\%$ .

Agar 9 kichik songa teng bo'lsa, avtokorrelyatsiya bo'lmaydi, regressiya tenglamasining prognoz sifati bahosi yuqori

6. Koeffitsient  $b$  ning standart xatosi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$S_b = \frac{\sigma_y}{\sqrt{nD_x}}$$

Bizning holatda  $S_b = 0.07171$ .

Koeffitsient  $a$  ning standart xatosi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$S_a = \sigma_y \sqrt{\frac{D_x + \bar{x}^2}{n \cdot D_x}}$$

Bizning misolda  $S_a = 1.108$ .

Koeffitsientlarning standart xatoliklarini regressiya tenglamasini parametrlarini baholashda foydalaniladi.

Koeffitsientlar salmokli hisoblanadi, agar

$$\frac{S_a}{|a|} < 0.5; \quad \frac{S_b}{|b|} < 0.5$$

Bizning nusolimizda  $\frac{S_a}{|a|} = \frac{1.108}{|0.3|} = 3.69$   $\frac{S_b}{|b|} = \frac{0.07171}{0.64} = 0.112$

Koeffitsient  $a$  salmoqli emas, chunki ko'rsatilgan misbat 0,5 dan katta, nisbiy xatolik regressiya tenglamasi uchun juda ham katta – **26.7%**.

Styudenning  $t$  – kriteriysi yordamida statistik koeffitsientlarning salmog'ini baholash uchun koeffitsientlarning standart xatolari ishlatiladi. Jadval D-da uning ba'zi qiymatlari keltirilgan.

Quyidagi formulalar yordamida parametrlarni maksimal va minimal qiymatlari ( $b^+$ ,  $b^-$ ) hisoblanadi:

$$b^- = b - t_{\alpha} \cdot S_b$$

$$b^+ = b + t_{\alpha} \cdot S_b$$

jadval D

**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» koeffitsient statistik salmoqli S-protcentli ishonch darajasida bo'ladi.

Xuddi shu usulda «a» parametrlni maksimal va minimal qiymatlari aniqlanadi.

Bizning misol uchun

$$B = -0.3 - 2.78 \cdot 1.108 = -3.38$$

$$a^* = -0.3 + 2.78 \cdot 1.108 = 2.78$$

Koeffitsient a statistik salmoqli emas, chunki ( $a^*$ ,  $a^*$ ) interval katta, hamda «0» sonni qamragan.

Xulosa: Hosil qilingan natijalar salmog'li 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) tenglamani ko'rinishini o'zgartirish

## b. Qoldiqlarning avtokorrelyatsiya 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 qiymatidan bog'liq bo'ladi, buni esa avtokorrelyatsiya deyiladi. Ba'zi hollarda bunday bog'lanish kuchli bo'lib, regressiya koeffitsientining aniqligida 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

Avtokorrelyatsiyaning mavjudligi yoki yo'qligini aniqlash uchun Darbin-Uotson mezonidan foydalaniladi:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (u_t - u_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n u_t^2}$$

DW kriteriysining qiymati 0 dan 4 gacha bo'lgan intervalda bo'lishi kerak. Agar qoldiqlarning avtokorrelyatsiyasi 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, chiziksiz model, jarayon, prognoz, bashorat masalasi, o'zgaruvchilar, Chiziqsiz model, parametrlar.

### **Xulosa**

Ishlab chiqarish korxonalarining faoliyatlarini yoki tabiatdagi jarayonlarni ifodalashda ko'p o'zgaruvchilardan bog'liq bo'lgan Chiziqsiz matematik modellardan foydalanish mumkin. Ular ishlab chiqarish funktsiyalari ko'rinishida ifodalanadilar. Ulardan amaliyotda keng qo'llaniladigani Kobbi-Dauglas modeli hisoblanib, unda KvaL- kapital va ishchi kuchi resurslaridan foydalanib yalpi mahsulot ishlab chiqarish funktsiyasini ifodalaydi. Korxonalarni faoliyatini izohlashda mutaxassislar shu ishlab chiqarish funktsiyalaridan 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 ifodalab bilasizmi?
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 IJTIMOY-IQTISODIY JARAYONLARNI PROGNOZLASHDA QO'LLANISHI.**

**17.1 Asosiy tushunchalar. Ishlab chiqarish funktsiyalarni prognozlashtirishda qo'llanishi.**

**17.2 Ekonometrik tenglamalar tizimi va ularni turlari.**

### **17.1. Asosiy tushunchalar. Ishlab chiqarish funktsiyalarni prognozlashtirishda qo'llanishi.**

Ekonometrik model deganda, prognozlantirish obyektning barcha mavjud faktorlarini o'zaro bog'lanishini ifodalovchi regressiya tenglamalar tizimlari tushuniladi.

Ilmiy tadqiqotlarda keng tarqalgan ekonometrik tenglamalar - bu ishlab chiqarish funktsiyalaridir. Ishlab chiqarish funktsiyalarini qurishdan maqsad - ishlab chiqarish jarayonini natijalariga faktorlarning ta'siri darajasi va xarakteristikalarini aniqlash, ularni miqdoriy baholashdir.

Ishlab chiqarish funktsiyalari turli ko'rinishga ega bo'lib, analitik ko'rinishi bo'yicha ikki guruhga bo'linadi: to'g'ri Chiziqli va egri Chiziqli.

Nomalum o'zgaruvchilar soni bo'yicha ishlab chiqarish funktsiyalari quyidagilarga bo'linadi:

-bir faktorli: ishlab chiqarish mahsuloti yoki asosiy fondlar, yoki mehnat xarajatlari bilan bog'ligini bildiradi;

-ko'p faktorli: ishlab chiqarilgan mahsulot bir necha faktorlar bilan bog'langan bo'ladi.

Ishlab chiqarish funktsiyalar bo'yicha prognozlantirish uchun ketma-ket bir nechta bosqichlardan o'tish lozim:

1. berilgan ma'lumotlar asosida korrelyatsion tahlil o'tkaziladi,

a) xususiy korrelyatsiya koeffitsientlar matritsasi hisoblanadi.

b) juft korrelyatsiya koeffitsientlar matritsasi hisoblanadi.

2. korrelyatsion tahlil natijasida tanlangan faktorlar asosida regressiya tenglamasi ko'riladi.

3. ko'rilgan tenglama quyidagi mezonlar bo'yicha baholanadi:

a) Fisher me'zoni.

b) Student me'zoni.

v) Darbin - Uotson me'zoni.

g) Ko'plik korrelyatsiya koeffitsienti.

d) Determinatsiya koeffitsienti.

e) Approksimatsiya xatoligi.

4. Ko'rilgan tenglama mezonlarga mos kelsa, keyin asosiy ko'rsatkich tenglama asosida prognoz davriga hisoblanadi.

5. Ishlab chiqarish funktsiyasini asosiy tafsizlari quyidagilar hisoblanadi

a) o'rtacha unumdorlik faktorlar bo'yicha,

- b) Chegaraviy unumdorlik faktorlar bo'yicha,
- v) elastik koeffitsientlari resurslari bo'yicha,
- g) resurslarga talab bo'yicha,
- d) resurslarni almashtirish Chegaralari.

## 2. Ekonometrik tenglamalar tizimi va ularni qo'llanishi

Faktorlar aro bog'lanishi faqatgina bitta ishlab chiqarish funktsiyasi 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 echilib, 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 quyilmalar bilan bog'langandir. Buni natijasida ekonometrik tenglamalar tizimi quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin:

$$Y = f(OPF, PPP)$$

$$PPP = f(L)$$

$$OPF = f(KK),$$

bu erda Y - asosiy ko'rsatkich, RRR - 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'lanishini borligini ham tahlil qilish mumkin (t-1).

Masalan, bir jarayon 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 xaqi fondi (ZAR), kapital quyilmalar (KV), har yili ishga kirgizadigan asosiy fondlar (OWF) kabi ko'rsatkichlarni tenglamalar tizimi orqali ezib 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 echilib, uni natijalari faktor sifatida (6) tenglamaga kapital quyilmalarni hisoblash uchun ishlatiladi. O'z vaqtida (6) tenglamani 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 etirishi kerak.

## 17.2. Ekonometrik tenglamalar tizimi va ularni turlari.

Iqtisodiy o'sishni natijaviy ko'rsatkichi - bu milliy daromadni 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 jamgarish fondidan iborat. Ular o'z navbatida ishlab chiqarish jarayonida foydalanadigan resurslari uchun ishlatiladilar. Iqtisodiy o'sishni logik modeli makroiqtisodiy jarayonda quyidagicha ifodalanadi:

$$Y=f(X_1, X_2, X_3), \text{ bu erda}$$

Y -milliy daromad yoki pirovard mahsulot;

$X_1, X_2, X_3$  - ishchilar resurslari, ishlab chiqarish fondlari, tabiiy xom-ashyolar

Makroiqtisodiy funkciyalar yordamida ishlab chiqarish samaradorligini, xom-ashyo samaradorligini va ularni almashishini, ilmiy - taraqqiyotni iqtisodiy o'sishiga ta'sirini tahlil etish mumkin.

Analitik misollardan tashqari iqtisodiy o'sishni prognoz ko'rsatkich-larni makrotenglamalar yordamida hisoblash mumkin.

Zamonaviy makrodaraja tahlilda Kobba-Duglas tenglamasining ahamiyati katta, chunki uni asosida ishlab chiqarish jarayonida o'z ta'sirini ko'rsatadigan faktorlarni tahlil etish mumkin.

Bu tenglamani kamchiligi shundaki, faktorlar orasida ilmiy - texnika tarakiyotini ko'rsatkichlarini, texnika hamda texnologiya ko'rsatkichlari ko'rsatilmagan.

### Tayanch iboralar

Ekonometrika, ishlab chiqarish funkciyalari, ekonometrik tenglamalar, Kobba-Duglas funkciyasi, makroiqtisodiy tenglamalar.

### Xulosa

Ilmiy tadqiqotlarda keng tarqalgan ekonometrik tenglamalar – bu ishlab chiqarish funkciyalar 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 echiladi, chunki ular bir-biridan bog'liq.

### Takrorlash uchun savollar:

1. Ishlab chiqarish funkciyalari deb nimaga aytiladi?
2. Kobba-Dauglas funkciyasining parametrlarini tushuntiring?
3. Ekonometrik tenglamalar tizimi va ularning turlarini izohlang
4. Makroiqtisodiy funkciyalarning ahamiyati nimada?
5. Makroiqtisodiy tenglamalarning turlarini keltiring.
6. Ekonometrik tenglamalar tizimlari prognozlashda foydalaniladimi?

## §18. MIKROIQTISODIY TASODIFIY HODISALARNI

### MODELLASH TIRISH

- 18.1. Tasodifiy hodisalarni modellarini umumiy ko'rinishi.
- 18.2. Tasodifiy hodisalarni Chiziqsiz modeli.
- 18.3. Chiziqsiz modelni baholash.
- 18.4. Prognoz masalasi.

#### 18.1. Tasodifiy hodisalarni modellarini umumiy ko'rinishi.

Kun va Takker o'z ilmiy ishlari orqali noChiziqli masalalarni yechish uchun makbul variantlarning etarli va konikarli shartlarini yaratdilar. Bu ish noChiziqli programmalashtirish masalalarini yechishda to'rtki bo'lib, undan so'ng kvadratik programmalashtirish masalalari echiladi.

Ko'pgina noChiziqli programmalashtirish masalalarida iqtisodiy jarayon vaqtga va boshqa bir qancha omillarga bog'liq bo'lishi mumkin. Bunday masalalar ko'p pogonali 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 makbul yechimini kidirishda matematik nazariya sifatida qaraladi. Ko'p bosqichli masalalarni modellashtirish va ularni yechish usullarini yaratishda o'zbek olimlari ham o'z xissalarini 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 xom-ashyolar etarli miqdorda ta'minlanishi kerak. Lekin bu mahsulotlar har doim bir xil kerakli hajmda etkazib bo'lmaydi, chunki bularga tasodifiy hodisalar ta'sir etadi. Insoniyat esa bu hodisalarni ta'sirini kamaytirish uchun har doim ko'rashib 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 usimlik-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  $u_1$ - chizikli,  $u_2$ - davriy,  $u_3$ - mavso'mli,  $u_4$ - tasodifiy xolatlarni ifodalaydi.

#### 18.2. Tasodifiy hodisalarni Chiziqsiz modeli.

Bunday Yuqorida ifodalangan (1) funktsional bog'lanishda:

$$Y_1 = a + b \cdot X \quad (2)$$

Bunday ifoda kurinish jarayon modelning Chiziqli qismini ifodalaydi. Asosiy (1) qismdan (2) qismini ayirigandan 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 funktsiyadan qoldig'i, ya'ni:

$$Y_3 = Z - (Y_1, Y_2) \quad (3)$$

Ko'rinishni qabul qiladi.

Bu (3)- ko'rinishdagi, funktsional ko'rinish ( $u_3$ ) funktsional xodisaning mavso'mlik mos holatini ifodalaydi. Jarayonning Yuqoridagi holatlarini asosiy qiymatlardan ayirigandan keyin quyidagi funktsiyani 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:

$$Z(x) = a + bx + \sum_{m=1}^n [A_m \sin \frac{2\pi}{n} mx + B_m \cos \frac{2\pi}{n} mx] + \sum_{p=1}^k D_p \sin \frac{2\pi}{N-M_p} (x - K_p) + \varepsilon_p(x)$$

Bunda  $M_p = 0, (N - 3), K_p = 0, N/2, N - const$

Bunday Chiziqsiz ko'rinishdagi jarayonlarning matematik modelni Buxoro oziq-ovqat va engil sanoat texnologiyasi institutida birinchi marta (1987y.) tuzib, hodisaning haqiqiy qiymatlari bilan model bo'yicha qiymatlar taqqoslandi. Jarayonlarning bir necha o'n yillik infarmatsion qiymatlari asosida Yangi informatsion texnologiyalarni 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 etishtirilgan paxta hosildorligi Buxoro viloyati bo'yicha qabul qilindi.

### 18.3. Chiziqsiz modelni baholash.

Masala bosqichma-bosqich echib natijalari boshmaga chiqariladi. Birinchi bosqichda modelning Chiziqli qismi hisoblanadi va ikki yilga prognoz masalasi echiladi.

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 korrelyatsiya koeffitsienti aniqlandi

2 Ikkinchi bosqichda chiziksiz modelning davriy qismi ajratildi, modelni baxolashda

$R=0,942$ - korrelyatsiya koeffitsienti aniqlandi.

Fisher koeffitsienti 7-chi ozodlik darajasida  $K=6,206$ -ga teng bo'lgan son qiymati hisoblanadi, bu jadval qiymatdan kichik.

3 Uchinchi bosqichda modelning davriy qismi hisoblanadi, bunda baxolash qiymati:

$R=0,87$ -dan korrelyatsiya koeffitsienti.  $R=0,948$  gacha usdi. Shunday qilib oraliq funktsiyalarning asosiy funktsiyaga ta'siri aniqlandi.

#### 18.4. Prognoz masalasi.

Prognoz masalasi, ikki yil uchun hisoblangan bo'lsa, haqiqiy infarmatsiya bilan model bilan ayirmasi quyidagi qiymatlarga teng bo'ldi:

$$\Delta Y_1 = 33,4 - 32,6 = 0,8$$

$$\Delta Y_2 = 29,6 - 32,1 = -2,25$$

Shunday qilib model jarayonni adekvat ifodalanganligi, baholangan koeffitsientlardan yaqqol ma'lum bo'ldi.

Agar paxtaning har bir tcentneridan 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>villar         | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Y<br>vil.Ho<br>sild | 28,9 | 32,1 | 30,4 | 33,1 | 34,0 | 32,0 | 34,9 | 32,2 | 33,4 | 28,6 |

Regressiya tenglamasi tuzilsin, korrelyatsiya koeffitsienti aniqlansin, determinatsiya koeffitsienti hisoblansin, korrelyatsiya koeffitsientining xatosi hisoblansin.

$$S_2 = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}$$

$r$ - korrelyatsiya koeffitsienti

$n$ - tanlamaning hajmi,

s<sub>2</sub>- korrelyatsiya koeffitsientining xatosi.

### **Tayanch iboralar**

Chiziqsiz modellar, tasodifiy hodisalar, jarayonni bosqichli usuli, modelning Chiziqli, davriy qismlari, hosildorlik, viloyat, tcentner, pul, gektar.

### **Xulosa**

Iste' molchilar talablari hamma davrlarda o'zgarib turadi, ularni qondirishda xomashyolar hajmlari etmaydi, chunki bularga tasodifiy hodisalar ta'sir etadi. Tasodifiy hodisalarni ko'p bosqichli Chiziqsiz modellarini prognozlash masalalarini yechishida Buxoro oziq-ovqat va engil sanoat texnologiya instituti olimi o'z doktorlik dissertatsiya ishida tuzish usulini to'liq ifodalagan. Chiziqsiz model to'rt qismdan iborat bo'lib, ketma-ket Chiziqli, davriy, mavso'mli va tasodifiy holatlari hisoblaniladi. Jarayonlarni takrorlash, davrlari aniqlanadi. Bu izlanish natijalarini amaliyotda qo'llanilishida 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 koeffitsientlarning qiymatlariga ko'ra korrelyatsion bog'lanish muhim?
6. Korrelyatsiya koeffitsienti qanday son qiymatlar orasida joylashadi?
7. Fisher koeffitsienti jadvaldan to'g'ri aniqlanganmi?
8. Makroiqtisodiy dinamik qatorda adekvatlik o'rinishi?
9. Tasodifiy hodisalarga misollar keltira olasizmi?
10. Avtokorrelyatsiya modellashning 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 echganda mehnat qiladigan odamlar, ya'ni ishchi kuchi arzon bo'lgan punktlarga va xom ashyo zahiralariга yaqinroq bo'lishiga katta ahamiyat beriladi.

Xususan amaliyotda ko'p bosqichli masalalar juda ko'p uchraydi.

Ko'p bosqichli masalalarga misol qilib engil 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, engil sanoatidagi mahsulot (kostyum, palto, ko'ylak, sorochka, shimlar, va h.k) ishlab chiqaradigan korxonalarni keltirish mumkin, ular o'z mahsulotlarini vositachilar (savdo bazalari) orqali istemolchilarga etkazib beradilar.

O'zbekiston Respublikasida etakchi yo'nalishlardan biri bo'lgan paxtani qayta ishlov berish sanoatida, qishloq xo'jalik jamoalarida etishtiradigan paxtani, paxta tozalash zavod va punktlarga etkazib berish, tozalangan paxtani ip yigiruv fabrika va kombinatlarga etkazishda eng kam xarajadni aniqlash masalasi, ko'p bosqichli masalalardan biri hisoblanadi.

Oziq-ovqat sanoatida ham bunday ko'p bosqichli masalalar o'rinni. Misol uchun shakar va qand tayyorlash zavodlarining mahsulotlarini iste'molchilarga etkazib 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 etkazib 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 etkazib 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 zavodlargacha qilingan xarajatlar eng kichik songa teng bo'lsin.

Masalaning boshlang'ich qiymati quyidagi A, V jadvallarda berilgan (birliklar shartli).

Jadval A

| Jamoalarning<br>etkazadigan<br>mahsulot hajmi,<br>m.t |   | Qabul punktlari, m.t. |                |                |
|-------------------------------------------------------|---|-----------------------|----------------|----------------|
|                                                       |   | P <sub>1</sub>        | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> |
|                                                       |   | 5                     | 5              | 5              |
| K <sub>1</sub>                                        | 4 | 6                     | 5              | 8              |
| K <sub>2</sub>                                        | 7 | 4                     | 7              | 6              |
| K <sub>3</sub>                                        | 3 | 8                     | 6              | 7              |

Jadval B

| Qabul punktlari va ularning qabul quvvati, m.t. |   | Qand zavodlar va ularning quvvati, m.t |    |
|-------------------------------------------------|---|----------------------------------------|----|
|                                                 |   |                                        |    |
| P <sub>1</sub>                                  | 5 | 7                                      | 6  |
| P <sub>2</sub>                                  | 5 | 5                                      | 8  |
| P <sub>3</sub>                                  | 5 | 9                                      | 10 |

Masalani yechish uchun A va B jadvallar qiymatlaridan C matritsa tuzamiz, unda qabul punktlarni oraliq qiymatlar deb qabul qilamiz.

Jadval C

| Jamoalar etkazgan xomashyo va qabul punktlarning imkoniyatlari, m.t. |   | Qabul punktlarning imkoniyatlari, zavodlarning quvvatlari, m.t. |                |                 |                |                 | U yo'l potente. |
|----------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                      |   | P <sub>1</sub>                                                  | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub>  | Z <sub>1</sub> | Z <sub>2</sub>  |                 |
|                                                                      |   | 5                                                               | 5              | 5               | 7              | 7               |                 |
| K <sub>1</sub>                                                       | 4 | 6                                                               | 4 <sup>5</sup> | 8               | M              | M               | 0               |
| K <sub>2</sub>                                                       | 7 | 5 <sup>4</sup>                                                  | 7              | 2 <sup>6</sup>  | M              | M               | 0               |
| K <sub>3</sub>                                                       | 3 | 8                                                               | 1 <sup>6</sup> | 2 <sup>7</sup>  | M              | M               | 1               |
| P <sub>1</sub>                                                       | 5 | 0                                                               | M              | M               |                | 5 <sup>6</sup>  | -10             |
| P <sub>2</sub>                                                       | 5 | M                                                               | 0              | M               | 5 <sup>5</sup> | 8               | -10             |
| P <sub>3</sub>                                                       | 5 | M                                                               | M              | 1 <sup>10</sup> | 2 <sup>5</sup> | 2 <sup>10</sup> | 8               |
| Ustun V <sub>j</sub> potentsiallari                                  |   | 4                                                               | 5              | 6               | 15             | 16              |                 |

A va B jadvallardagi yo'l xarajatlarini C jadvalning kataklarining yuqori qismining burchaklariga joylashtirilgan, taqsimot bajargandan keyin ma'lum bo'ldiki, hamma kataklarda xarajatlar soni etmaydi, shuning uchun bu bo'sh kataklarga eng katta sonlar «M» ni joylashtirib to'ldiramiz.

Jadval C-da hosil qilingan model ochiq model hisoblanadi. Iqtisodiy-matematik model tuzish uchun quyidagilarni kiritamiz:

$i$  – xomashyo, ya'ni qand lavlagi etishtiruvchi xo'jaliklar indeksi;

$k$  – vositachilar, ya'ni qabul punktlar indeksi;

$j$  – iste'molchilar, qand zavodlarning indeksi.

Vertikal ustunda ishlab chiqaruvchilar bilan bir qatorda vositachilar – qand lavlagi qabul qiladigan punktlar ham joylashgan. Gorizontalar 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 etkazib berish xarajatlari ifodalangan,

$t_{kj}$  – "k" qabul punktidan «j» qand zavodigacha xomashyo etkazib berishda sarflangan transport xarajatlari,

$x_{ik}$  – "i" jamoa xo'jaligidan «k» qabul punktigacha etkazib beradigan xomashyo hajmi,

$x_{kj}$  – "k" qabul punktidan «j» qand zavodigacha etkazib beradigan qand lavlagi hajmi.

Jadval C to'rt kvadrantdan iborat.

I-chi kvadrantda jamoa xo'jaliklardan qabul punktlargacha xomashyo etkazib berish operatsiyalarni amalga oshirish jarayonlari aks etilgan.

II-chi kvadrantda esa jamoa xo'jaliklaridan qand zavodlarga xomashyo etkazib berish jarayoni aks etilgan. Bizning masalamizda  $K \rightarrow P-3$  sxema bo'yicha, ya'ni xomashyo ishlab chiqaruvchilardan qabul punktlarigacha, ulardan esa qand zavodlariga xomashyo etkazish kerak. Shuning uchun bu kvadrantga xomashyo etkazib 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 kataklar esa M – maksimum qiymatni kiritamiz, chunki masalamiz berilishi bo'yicha punktdan punktgacha xomashyo mahsuloti o'tmaydi.

IV-chi kvadrantda qabul punktlardan qand zavodlariga xomashyo etkazib berish jarayoni aks etgan.

### 19.3. Masalaning iqtisodiy-matematik modeli

$$1. \quad \sum_k x_{ik} \leq k_i.$$

Ya'ni har bir xomashyo ishlab chiqaruvchi jamoa xo'jalik mahsulotlari yig'indisi, qabul punktlarning quvvatidan oshmaslik shartli o'rinli.

2. Xar bir qabul punktlari barcha jamoa xo'jaliklardan qabul qiladigan xomashyolar yig'indisi, qabul qilish quvvatiga teng bo'lgan qand lavlagisini qabul qila oladi:

$$\sum_{i \in \text{qabul}} X_{ij} + X_{ij}^0 = P_i$$

3. Xar bir qabul punktdan hamma zavodlarga yuboriladigan xomashyolar, shu qabul punktning quvvatiga teng bo'lishi kerak:

$$\sum_x X_{ij} + X_{ij}^0 = P_i$$

4. Xar bir qabul punktdan qand zavodlariga etkazib beradigan xomashyo, qand zavodi quvvatidan oz bo'lmashligi kerak.

Optimallik mezoni. Maqsad funktsiya.  $\sum_x X_{ij} = P_i$

maqsad funktsiyada birinchichi qism ( $\sum_k t_{ik} \cdot x_{ik}$ ) xomashyo ishlab chiqaruvchi xo'jaliklardan qabul punktlariga etkazib berish xarajatlari yig'indisini bildirsa, ikkinchi qism ( $\sum_j t_{ij} \cdot x_{ij}$ ) esa qabul punktlaridan qand zavodlarga xomashyolarni etkazib berish xarajatlarni hajmini ifodalaydi. Bu funktsiyalarning ikkala 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 etmagan quvvatiga teng bo'ladi.

Sun'iy ta'minotchi o'rinda:

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'rinda 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 potentzial 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 etkazib 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 etkazib berilgan.

Masalaning optimal yechimini aniqlash uchun boshlang'ich rejani yo'llar bo'yicha eng kichik elementlar usulini qo'llab, optimallashtirish uchun potentzial usulini qo'llaymiz, ya'ni ustunlar bo'yicha va yo'llar bo'yicha potentziallarni hisoblaymiz.

Shu usulni qo'llashini davom etishni o'quvchilarga havola qilamiz.

#### Tayanch iboralar

Trikotaj fabrika, qand zavodlar, paxta zavodlar, xarajatlar, xomashyo, potentziallar, oraliq qiymatlar, zavodlarning ishlab chiqarish quvvatlari, qabul punktlar, katta "M" son.

#### Xulosa

O'zbekistonda etakchi yo'nalishlardan biri bo'lgan paxtani qayta ishlov berish sanoatida, paxtani punktlariga yaqin joylarga joylashtirish masalasi ko'p bosqichli masalalar modellarini tuzish va uni potentzial usulda optimallashtirish haqida so'z yuritiladi.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Ko'p bosqichli masalalarga misol keltira olasizmi?
2. Nega ko'rib chiqilgan masala ko'pbosqichli deyiladi?
3. S matritcaning birinchi oktantasida qanday qiymatlar joylashadi?
4. S matritcaning uchinchi oktantasida qanday qiymatlar joylashadi?
5. Nega «M» katta son qo'llaniladi?
6. Qo'yilgan masala qanday masalalar turiga kiradi?
7. Potencial usulining algoritmini bilasizmi?

## **§20. ZAHIRALARNING BOSHQARISH USULLARI VA MODELLARI**

**20.1. Zahiralarining boshqarishini klassik masalasi.**

**20.2. Tovar zahiralarini tartibga solishining printcipial sxemalari.**

**20.3. Iqtisodiy foydali bir buyurtma hajmining modeli.**

### **20.1. Zahiralarining boshqarishini klassik masalasi.**

Zahiralami boshqarish masalasi shundan optimizatsion masalaga deyiladiki, unda tovarlarni omborxonaga etkazish va saqlash, tovarlarga bo'lgan talab, xarajatlar haqidagi ma'lumotlar taxminan aniq hisoblanadi.

Omborxonaning ishini berilgan optimizatsion mezon bo'yicha optimallashtirish talab etiladi.

Zahiralami boshqarish masalasini ko'ramizki, bu masalani uning klassik qo'yilishi deyiladi.

Vaqt oraliq birligini bir kun ( $t$ ) ga teng deb tanlaymiz.

Mayli kuning oxirida ( $t-1$ ) vaqtda omborxonada tovar zahirasi  $x_{t-1} \geq 0$  hajmda qolgan bo'lsin.

Omborxona o'zining tovar zahirasini to'ldirish uchun  $h_1$  hajmda buyurtma beradi. Bu qo'shimcha tovar keyingi kuning boshlanishida keltiriladi va tovarning hajmi  $x_{t-1}+h_1$ -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  $S_t \leq x_{t-1}+h_1$ , bo'lsa omborxona iste'molchi talabini to'la qoniqtiradi, tovarning qoldig'i  $x_t=x_{t-1}+h_1-S_t$  esa keyingi ( $t+1$ ) ko'nga ko'chiriladi, shuni

e'uborga olish kerakki, bunda omborxonaga saqlash uchun sarf qiladigan xarajatlar qolgan tovar hajmiga proporcional bo'ladi:

$$C \cdot x_t = c(x_{t-1} + h_t - S_t)$$

Agar buyurtmaning hajmi  $S_t > x_{t-1} + h_t$  - ga teng bo'lsa, u holda omborxonada hammasi tovarlarni iste'molchilarga beradi, etmagan tovar uchun esa, jarima to'lanadi (masalan, deficit uchun jarima), bu jarima deficit hajmiga proporcional, 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.

$$\varphi(x_{t-1}, h, S_t) = \max \{c(x_{t-1} + h_t - S_t); h(x_{t-1} + h_t - S_t)\}, \quad (a)$$

bu holda omborxonada tovar qoldig'i teng bo'ladi:

$$x_t = \max\{0; x_{t-1} + h_t - S_t\}$$

Formula (a) dan ma'lumki:

$$\varphi(x_t) = CX_t, \text{ agar } x_t > 0, \text{ bo'lsa,}$$

$$\varphi(x_t) = -KX_t, \text{ agar } x_t < 0, \text{ bo'lsa,}$$

$$\varphi(x_t) = 0, \text{ agar } x_t = 0, \text{ bo'lsa,}$$

Zahiralarining boshqarish masalasining klassik ko'rinishida taxminlanadiki  $S_t$  talabning o'zi noaniq, lekin u bog'liq bo'lmagan tasodifiy kattalikka ega bo'lib, aniq berilgan taqsimot qonuniga ega.

## 20.2. Tovar zahiralarini tartibga solishining printcipal sxemalari.

Korxonaning amaliy faoliyatida va marketing xizmatida tovarlar zahirasini tartibga solishning soddaroq printcipal sxemalari mavjud, ular tovar zahiralarining to'ldirishini har xil strategiyalariga asoslangan.

Bu sistemalarning asosiy parametrlari bo'laoladi, omborxonada bo'lgan tovarlar kattalik zahirasi, zahiralarini to'ldirishida buyurtma kattaligi, buyurtma bersh davri va hokazo.

Sistemalar shunday tanlanadiki, parametrlarni qaysilari tartibga solishga qo'llanilsa.

A) o'lehoivi belgilangan buyurtma sistemasi.

B) davriy belgilangan buyurtma sistemasi.

V) ikkita belgilangan sathli zahiralar, hamda davriy belgilangan buyurtma sistemasi.

G) ikkita belgilangan yuzali zahiralari davriy bo'lmagan buyurtma, yoki (S, S) zahiralarni boshqarish strategiyalar.

D) o'z-o'zini tartibga soladigan sistemalar.

### 20.3. Iqtisodiy foydali bir buyurtma hajmining modeli.

Iste'molchilarni 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 ko'nga keltirsinlar. Norma bo'yicha yukni bir sutkada joylashtirish kerak bo'lganda, uni uch sutkada joylashtirsalar va hokazo.

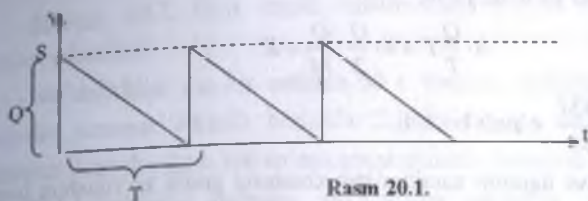
Nazarga olish kerakki, bunday chetga chiqishlar amaliy mumkin emas, shuning uchun omborxonalarining ishini modellashtirishda quyidagilarni taklif qilish mumkin.

- 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 hajmini o'zgarishining grafigi to'g'ri chiziqlarning kesmasini ifodalaydi;
- 2)  $Q$  o'zgarmas son orqali esa, omborxonaning tovarlar bilan to'ldirishni belgilaymiz, ma'lumki zahiralarni boshqarish sistemasi, bu belgilangan o'lchovli buyurtma hisoblanadi;
- 3) Keltirilgan tovarlarni tushirishiga kam vaqt sarflanadi, shuning uchun uni noldan 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 zahiralari to'rajamaydi, yoki zahiralarga 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 tekiklarda o'tadi, bu holda zahiraning hajmi  $S$  maksimal qiymatdan  $S$  minimal darajaga o'zgaradi (rasm 20.1).



Rasm 20.1.

- 6) Davrning oxirida omborxonada zahira qolmasligi mumkin emas, ya'ni  $S \geq 0$  tengsizlik o'rinli. Omborxonada zahirani 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 zahiralarining vaqt  $t$ -dan bog'liq bo'lganining geometrik ifodasi rasm 20.1 da 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, transport xarajatlarining ba'zi qismlari kiradi, bu xarajatlarni  $K$ -orqali ifodalaymiz. Bir vaqt birligida, bir birlik tovar zahirasini omborda saqlashini  $h$  orqali ifodalaymiz, ya'ni omborxonaga saqlashning nisbiy xarajatlari

$$Q_{ot} = \sqrt{\frac{2k \cdot m}{h}} \quad (20.3)$$

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 (nakladnye) xarajatga ( $K$ ) teng bo'lsa.

Darhaqiqat, agar  $Q = \sqrt{\frac{2KM}{n}}$  bo'lsa, bir tekilda tovarni omborga saqlash xarajati teng bo'ladi (Omborxonaning ideal ishi).

$$h \cdot \frac{Q}{2} \cdot T = h \cdot \frac{Q}{2} \cdot \frac{Q}{M} = h \cdot \frac{2KM}{2Mh} = K, \quad (20.4)$$

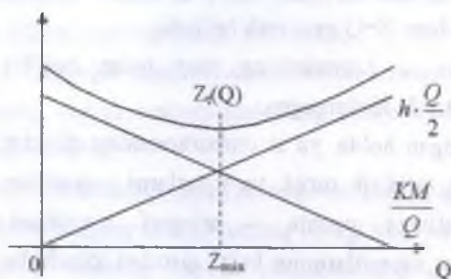
Haqiqatan ham (20.3) formuladan  $Q^2 = \frac{2KM}{h}$ , bo'lgani uchun (20.4) tenglik aniqlandi.

Teskari, agar bir tekildagi mahsulotni omborxonaga saqlash xarajati qo'shimcha xarajatlar (k)-ga teng, ya'ni

$$h \cdot \frac{Q}{T} = h \cdot \frac{Q}{2} \cdot \frac{Q}{M} = K$$

bu holda  $Q = \sqrt{\frac{2KM}{h}}$  o'rinli bo'ladi.

Mahsulotni optimal hajmini xarakteristik xossasini grafik ko'rinishini ham ifodalash mumkin (rasm 20.2).



Rasm 20.2.

Rasmdan ma'lumki  $Z_t(Q)$  funktsiya eng kichik (min) qiymatni funktsiyaning tarkibiy qismlarini tashkil etuvchi funktsiyalar uchraydigan nuqtada erishadi.

Uilson formulasidan (20.3) va omborxonaning ideal ishi haqidagi ma'lumotlarni nazarga olgan holda, omborxonaning optimal ishinin ba'zi xarakteristikalarini hisoblash mumkin.

- zahiraning o'rtacha optimal Chegarasini;

$$\bar{Q}_{onm} = \frac{Q_{onm}}{2} = \sqrt{\frac{KM}{2}} \quad (20.5)$$

- zahiraning to'ldirishni optimal davrini;

$$T_{onm} = \frac{Q_{onm}}{M} = \sqrt{\frac{2K}{\lambda h}} \quad (20.6)$$

- vaqt birligida zahiralarni saqlashining o'rtacha optimal xarajatlarini;

$$\bar{H}_T = \bar{Q}_{\text{ont}} \cdot h = \sqrt{\frac{K \Delta h}{2}} \quad (20.7)$$

Masala 20.1. Birja orqali omborxonaga partiya bo'yicha 1500 tonna cement etkaziladi.

Iste'molchilar esa bir sutkada 50 t. cement olib borishadi. Qo'shimcha xarajatlar cement etkazib berishda 2 mln so'mga teng. Omborxonada 1t cementni saqlash uchun 100 so'm xarajat qilmadi. Aniqlash kerak.

20.1.1. Teiklning uzunligi, qo'shimcha xarajatlar sutkada va sutkada xarajatlar;

20.1.2. Shu xarajatlar a) 500t va b) 3000t cement 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. Teiklning uzunligi:

$$T = \frac{Q}{M} = \frac{1500m}{50m/cym} = 30 \text{ cymka}$$

O'rtacha qo'shimcha xarajatlar:

$$\frac{K}{T} = \frac{2mln.cym}{30} \approx 67mnz/cym$$

bir sutkada o'rtacha xarajat

$$h \cdot \frac{Q}{2} = 100cym/m.cym \cdot \frac{1500}{2} T = 75mnz.cym.$$

20.1.2. Analogik hisoblashlarni 500t, 3000t cementni partiyalari uchun

o'quvchilarga xavola etamiz.

20.1.3. Uilson formulasi asosida optimal buyurtma hajmi (20.3) formula asosida aniqlaymiz.

$$Q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2KM}{h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2000000 \cdot 50}{100}} = 1400m.$$

mahsulot zahiraning o'rtacha optimal qiymatini 20.5 formula asosida aniqlaymiz:

$$Q_{om} = \frac{Q_{onm}}{2} = \frac{1400m}{2} = 700m$$

Zahiraning optimal to'ldirish davrini (20.6) formula asosida aniqlaymiz.

$$T = \frac{Q_{onm}}{M} = \frac{1400m}{50m / cym} = 28 cymka$$

Vaqt birligida mahsulotni saqlashda o'rtacha optimal xarajatni (20.7) formula asosida hisoblaymiz.

$$\bar{H} = \bar{Q}_{onr} \cdot h = 700t \cdot 100 cym/t = 70 ming cym/cymka$$

Masalaning yechimidan ma'lumki zahiralarni boshqarishini modellar tuzib boshqarish mumkin.

Javoblar :

20.1.2 (a)  $Q_1=500t$ . uchun

$$T_1=10 sutka; \frac{K}{T_1} = 200 \text{ ming so'm/ sutka}$$

$$h \cdot \frac{Q_1}{2} = 25 \text{ ming so'm/ sutka}$$

20.1.2. (b)  $Q_2=300t$ . uchun

$$T_2=60 sutka; \frac{K}{T_2} = 3300 \text{ ming so'm/ sutka}$$

$$h \cdot \frac{Q_2}{2} = 150 \text{ ming so'm/ sutka}$$

### Tayanch iboralar

Zahiralalar, boshqarish, omborxona, buyurtma, iste'molchi, talab, tovor hajmi, xarajat, marketing xizmati, buyurtma sistemalari, buyurtma hajmi, nisbiy xarajatlilar.

### Xulosa

Zahiralarni boshqarishni klassik masalasida tovarlarni omborxonaga etkazib berish, saqlash, tovarlarga bo'lgan talab, harajatlilar haqidagi ma'lumotlar asosida optimizatsion mezon tanlab optimallashtiriladi. Bu marketing masalasini iqtisodiy foydali bir buyurtma hajmini modelini analitik ifodasi ko'rinishida yozib, buyurtma qiymatini aniqlash mumkin. Zahiraning hajmi esa maksimal qiymatdan minimal qiymatga biron vaqt oraliq'ida davrni aniq tcikllarda o'tadi. Uilson formulasi asosida optimal buyurtma hajmi aniqlanadi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Zahiralarni boshqarish klassik masalaning ma'nosini ifodalay olasizmi?
2. Zahiralarni tartibga solish printcipial sxemalarni takrorlang.

3. Iqtisodan 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 funktsiya  $Z_T(Q)$  qanday xarajatlardan tashkil topgan?
10.  $Z_{MN}$  grafikda qanday aniqlanadi?

## §21. EKSPERT BAHOLASH USULLARI.

**21.1. Ekspertlarni savolga tayyorlash.**

**21.2. Ekspertlar guruhlarini tuzish.**

**21.3. G'oyalarning «jamoat 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 sirdan o'tkazilishi mumkin.

Anketa va intervyu'larda savolni tanlash qiyin. Savollar ochiq yoki yopik yoki bir necha shaklda bo'lishi mumkin. Ochiq javoblar sifatli yoki erkin holda sonli ifodalar ko'rinishida bo'ladi.

Yopik savolga javoblar: "xa", "yo'q", "bilmayman" singari bo'ladi.

Savollar soni ko'p bo'lganda zarur javob chiziladi.

### **21.2. Ekspertlar guruhlarini tuzish.**

Avvalam bor ekspertlarni tanlash, ularning malakalariga e'tibor berish va keyinchalik guruhlar tuzish zarur.

Kerakli belgilardan ekspertning ishchanligi, maxorati zarurdir. Buning uchun ko'p mutaxassislarga savol berib u yoki bu sohada kim ekspert ekanligini so'rash mumkin. Keyinchalik eng ko'p ovoz olganni ekspert guruhiga kiritish lozim:

$$X_i = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

Ishbilarmonlik bilan ishtirokchilarning boshqa sifatleri ilmiy yondashishi, fikrlash doirasi va saviyasi ham hisobga olinadi.

Gruhlardagi ekspertlar soni so'rov usuliga bog'liq. Yuzma-yuz uchrashuv uchun 10-15 kishi kifoya. Agar vaqt, mehnat va mablag' sarfi cheklanmagan bo'lsa sirdan 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-chi 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.

Bu usul AQSh da 60 yillarda 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 o'nga javob berish tavsifi keltiriladi.

Ekspert javoblarni qo'l qo'ymasdan pochta orqali junatadi. 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 arifmetikga 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", sirtidan so'rov.

### **Xulosa**

Ekspert baholash usuli (g'oyalar jangi) yordamida avval muammo izohlanadi, savollar qo'yiladi. Muammo hal etishda mutaxassislardan ekspert guruhlar tuziladi va ularning savollarga javoblari asosida xulosalar qilinadi, agar bir necha turdagi javoblardagi farqlar katta bo'lmasa yoki natijalarni 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 baholashni 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, ularning baholashida nimalarni hisoblash kerak?
9. Delfi usulining natijasini baholashda nimalar hisoblanadi?
10. Kvartil medianaga mos qiymatga egami?

# **BOB. BOZOR MUVOZANATI, ISHLAB CHIQUARISH FUNKTsiYalARI. KORXONANING FOYDASINI MODELLAShtIRISH.**

## **§22. BOZOR MIKROIQTISODIY TAHLILI ASOSLARI.**

- 22.1. Bozor kon'yukturasining o'zgarish darajasi.
- 22.2. Kon'yuktura axborotnomasi.
- 22.3. Yalpi milliy mahsulot
- 22.4. Bozor muvozanati.

### **22.1 Bozor kon'yukturasining o'zgarish darajasi.**

Ma'lum davrda tovarlar va xizmatlar sotilishidagi imkoniyatlarni ifodalovchi iqtisodiy shart-sharoitlar majmui-bozor kon'yukturasini bildiradi. U aniq iqtisodiy ko'rsatkichlar – talab va taklif muvozanati, baholar darajasi, bozor hajmi va boshqalar bilan ifodalanadi.

Bozor kon'kturasi 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 kon'yukturaning o'zgarish darajasi va tendentsiyalarini bilish ko'zlanga, u holda uning belgilangan davrdagi dinamikasi o'rganiladi. 2) Agar kon'yukturaning 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 kon'yukturani oldingi davrda tasvirlagan ma'lumotlar kirib, hozir ularning xech qanday aloqasi yo'q. Ikkinchisi, kon'yukturaning hozirgi ahvolini bildiradi, ammo uning istiqboliga ta'sir ko'rsata olmaydi. Uchinchisi kon'yukturaning tahlili bozorning ayrim tomonini ifodalovchi ko'rsatkichlargagina emas, balki uning kompleks holatini tasvirlovchi barcha yig'ilgan va statistika ma'lumotlariga, ularning umumiy qarana-qarshi tomonlariga asoslanishi kerak.

### **22.2. Kon'yuktura axborotnomasi.**

Kon'yuktura axborotnomasi-kon'yukturaning tahlil shakli hisoblanadi. Bu hujjat bozorning holatiga ta'sir etuvchi barcha omillar to'g'risida, ularning o'zaro aloqalari hamda kon'yukturaning umumiy o'zgarishini ifodalovchi qonuniyatlarini o'zida mujassamlashtiradi. Mamlakat iqtisodiy doirasida kon'yukturani tahlil qilish quyidagi ko'rsatkichlarga asoslanadi.

Makro- iqtisodiy 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 inflyatsiya 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 kon'yukturasida 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 chiqarishining asosiy ko'rsatkichlari: sanoat ishlab chiqarishni indeks 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 kon'yukturasiga ta'siri aniqlanadi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi bo'yicha esa ishlab chiqarish indeksi, mutlaq hajmi, ekin maydonlari, hayvonotlar soni, o'rtacha hosildorlik, agrofimalari soni va tarkibi, ishlovchilar soni, etishtirilgan mahsulotlar bahosi, sotib olinayotgan texnika, yonilg'i o'g'itlarining baholari, fermerlarning daromadlari, qishloq xo'jalik texnikasi va erdan 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 kon'yukturasida 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 sohalarda tugatilgan obyektlar soni kamaysa, sanoat mahsuloti ko'payadi va bozorda taklif talabdan yuqorilashadi. Yuk tashish transporti rivojlanish ko'rsatkichlari bozor kon'yukturasida uchun ahamiyati kattadir. Chunki uning ish natijalari xom ashyo, materiallar va tovarlar etkazib berishdan iborat. Ichki chakana tovar ko'rsatkichlari mamlakat iqtisodiyotining, aholi turmush darajasining eng asosiy belgilaridan va bozor kon'yukturasining 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 shaxobchalarning 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 ma'nbalari – ulgurji savdo firmalari bilan birgalikda olib boriladi.

Savdo oboroti dinamikasini tahlil qilganda oziq-ovqat va nooziq ovqat tovarlari, uzoq mudat ishlatiladigan uy –ro'zg'or mollari, sport, sayoxat va boshqa zamonaviy talablarni qondirishga mo'ljallangan tovarlar alohida ko'riladi. Pul muamolari ko'rsatkichlari -emissiya, inflyatsiya, kreditlar, foiz stavkalari, valyutalar ko'rsi, bank depozitlari, bankrotlik va boshqalar bozor kon'yukturasini sezilarli ta'sir etuvchi omillardir. Tashqi savdo ko'rsatkichlari ichki bozor kon'yukturasini 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'rni va tashqi savdo baholari tahlil qilinadi va ichki bozor kon'yukturasiga ta'siri aniqlanadi.

#### 22.4. Bozor muvozanati.

Bozor muvozanati, har doim iqtisodiy kon'yuktura (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 jaryonlar "bozor" tushunchasi va bozor mexanizmi elementlaridan iborat. Ularning bog'liqligini quyidagicha tassavur qilish mumkin.

| Talab | V | narx | D | Taklif |
|-------|---|------|---|--------|
|-------|---|------|---|--------|

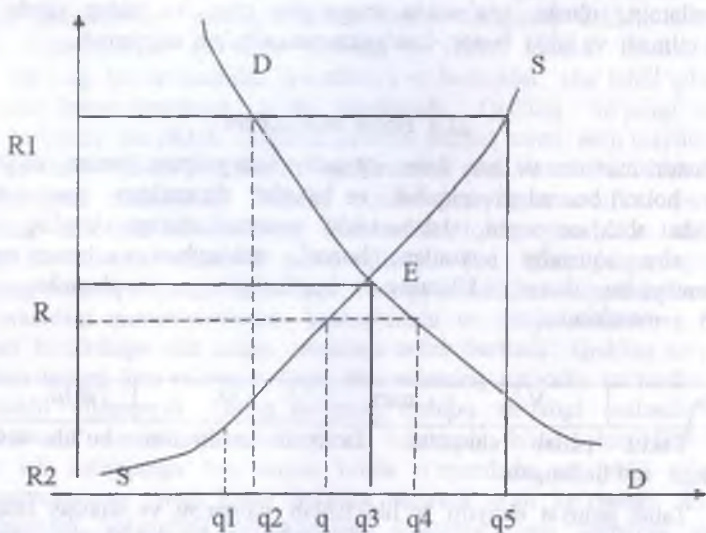
Taklif ishlab chiqarish faoliyati mahsuloti bo'lib, tovar holida sotishga mo'ljallangan.

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 qiymatini pul shaklida 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 eritish uchun bozor muvozanati tushunchasi 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'zgarмай qoladi deb faraz qilinadi



Rasm - 4

Chizmadan ko'rinib turibdiki, (4-rasm) narxning o'sishi bilan (R dan) bahoning yuqoriroq ko'tarilishi bilan iste'molchi firmalar ichida mablag'i kamlari chiqib ketaveradi, moliyaviy ahvoli yaxshilari esa tovar (xom-ashyo) sotib olishni kamaytiradi, ma'lum miqdorda arzonlashganlarni izlay boshlaydi. Narxni pasayishi ( $R$  dan  $R_2$  gacha) bilan, o'nga muvofiq

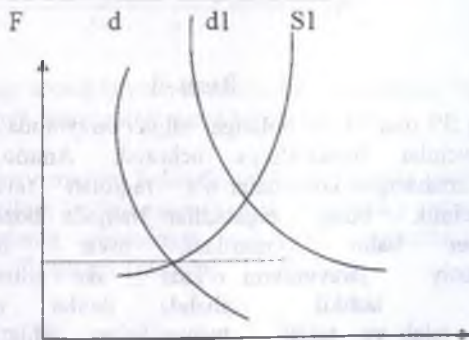
ravishda talab oshadi (q dan q3 gacha). Taklif egri chizig'i SS, unig to'g'ridan-to'g'ri narxga bog'liqligim ko'rsatmokda.

Grafikda ko'rsatilishicha, narxning oshishi (R dan R1 gacha) (q3 dan q2 gacha) yangi quvvatlarni ishga tushirish, korxona ochish, ularning bozorga sotuvchi sifatida chiqishi va zahiralarni chiqarish orqali taklifning ko'payishiga olib keladi.

Narxning pasayishida esa, uni 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 R1 darajasida taklif q2 talab q1 dan yuqoridir. Bu holatda sotishga chiqarilgan bir qism tovar harid qilinmaydi, tovar etkazib beruvchilar orasidagi raqobat ko'rashi mexanizmi orqali narxning pasayishiga olib keladi. (Misol-R2 gacha) Natijada talab q4 taklif q3 dan oshib ketadi. Bozorda tovar etishmovchiligi kelib chiqadi. Uning sababi erkin raqobatdagi narx o'sishi bo'ladi. Narx, taklif va talab orasidagi qarama-qarshiliklar E nuqtasida echiladi. Chunki muvozanatlashgan raqobatli R narx o'nga 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.

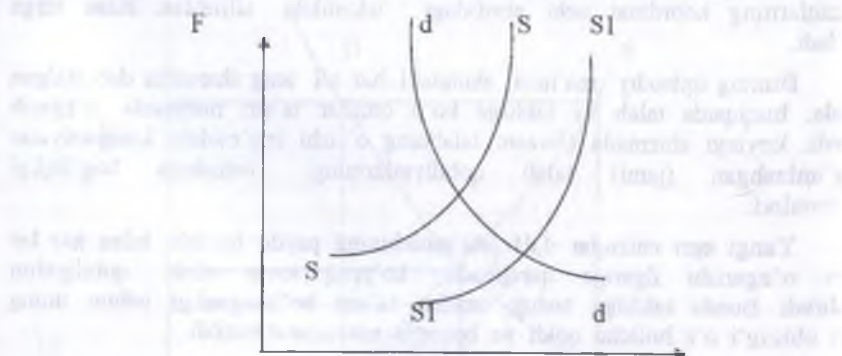
Yangi egri chiziqlar d,d1 iste'molchining paydo bo'lishi bilan har bir narx o'zgarishi ilgariga qaraganda ko'proq tovar olish qobiliyatini bildiradi. Bunda taklifga tashqi omillar ta'siri bo'lmaganligi uchun uning egri chizig'i o'z holicha qoldi va bozorda muvozanat buzildi.



### 5-rasm. Talab egri chizig'ining siljishi.

Yangi muvozanat E nuqtasida o'rnatilishi shart (narx R1 va q1 coni). Chunki o'sha erda 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. Oxiridagi aloqaning ta'siri kuchayadi va sotish narx oshishiga qaramay ko'payadi. Shu bilan birga bu erda teskari (manfiy) aloqa - "narx - talab" ham qatnashadi. U esa tovar sotib olishni q2 darajasiga etkazishga (q1 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 zahiralari 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 xom ashyo 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 o'nga ancha past narx va sotishning o'sish darajasi to'g'ri kelishini ko'rsatadi.



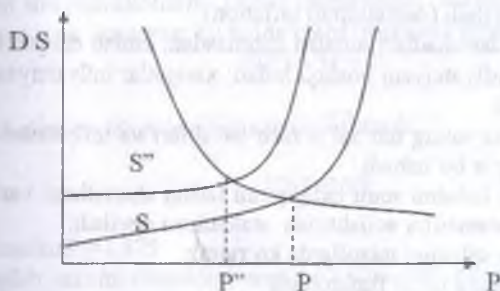
Rasm -6

Egri chiziqning SS dan S1 S1 holatiga siljish jarayonida raqobat qilayotgan ishlab chiqaruvchilar bankrotlikga uchraydi. Ammo, yuqori mehnat unumdorligiga erishaetgan korxonalar o'z raqiblari tavarlari o'rining juda qiyinchilik bilan tugatadilar. Natijada bozorda nisbatan past muvozanatlashgan baho o'rnatiladi, tovar ishlab chiqarishi pasaygan ijtimoiiy jarayonlarni o'zida aks ettiradi. Umumxo'jalik konyunkturasini 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, xom ashyo 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.

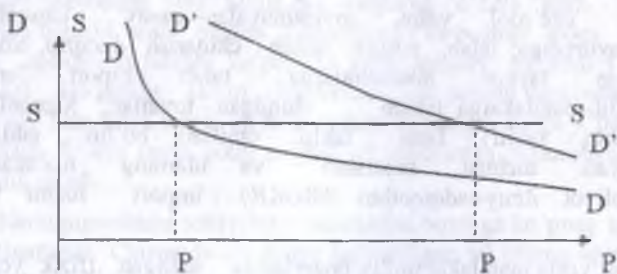
Bozor hajmi bir yilda mamlakat milliy bozorlarida sotilgan (fizik yoki qiymat ifodada) tovarlar yoki iste'mol qilingan tovar va xizmatlar bilan aniqlanadi. Bozor hajmi – milliy ishlab chiqarish hajmi+import hajmi-eksport hajmi formulasi bilan topiladi.

Yangi tejamlı texnologiyalarni ishlab chiqarish, maxsus davlat million (komersant) savdogarlari dotatsiyalarni ajratilishi sababli kam xarajat mahsulot ishlab chiqarishni avvalgi hajmlarga saqlab turiladi. Shunday sharoitda taklif egri chizig'i mahsulot ishlab chiqarishni avvalgi hajmlarga saqlab turiladi. Shunday sharoitda taklif egri chizig'i chap tomon yuqoriga siljiydi ( $S''$ ) rasm 7 hamda muvozanatli narx kamayadi ( $R'' < R$ )



Rasm 7. 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'zgarishidan bog'liq bo'lib qoladi. (rasm 8).



**Rasm 8.** Bozorning tanho huquqligida taklif amalan narxdan bog'liq emas

Yuqorida keltirilgan tahlil yana umumiyroq holni ko'rishiga yordam beradi, ya'ni bir necha faktorlarni muvozanat narxiga ta'rif etishini: masalan, iste'molchilarning foydalari ustida, qo'shimcha dotatciyalar ajratishda yana ishlab chiqarish korxonasiga maxsus sharoitlar yaratishda. Bunday holdagi qarama qarshi tandentciyalar (narxning o'sishi yoki kamayishi) o'z-o'zini o'chirib narxning barqarorligi saqlanib qolinadi.

Agar iste'molchilarning daromadi o'sishi o'rinni bo'lib, korxonaning shart-sharoiti yaxshilanmasa, bu holatda narxni nazorat qilib bo'lmaydi, bu holatni talabning inflyatciyasi deyiladi (demendpull inflation).

Agar iste'molchilarning daromadlari amalan oshmasdan, ishlab chiqaruvchilarni xarajatlari oshib borsa, inflyatciyani boshqa holati: xarajatlar inflyatciyasi (cost - pushinflation) hisoblanadi.

Real sharoitlarida inflyatciyaning har xil o'zaro sabablari va inflyatsion holatlar klassifikatciyalari juda og'ir bo'lishadi.

Muvozanatning o'zgarish holatini sonli tadqiqotini tashqi sharoitlarni variatciyasi asosida, va ularga mos parametrlar solishtirish statistikasi deyiladi.

Bunday tahlillarni qanday qilishini misollarda ko'ramiz.

Faraz qilaylik biron tovarning taklif funkciyasi

$$S(P) = 4P - 3$$

formula bilan ifodalansa.

Talab funkciyasi esa

$$D(P) = \frac{10}{P}$$

ga teng bo'lsin.

$$4P - 3 = \frac{10}{P}$$

Tenglamani 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 funktsiya 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 narxni elastikligi daromad bo'yicha taxminan

$$E_{p_i} \approx 0,4$$

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 funktsiyasi o'zgarmasdan qolib, lekin shu mahsulotlarni ishlab chiqarishda sarflanadigan xom-ashyoga, materiallarga narx kamaysa, bu holda taklif funktsiya quyidagicha yoziladi.

$$S(P) = 5P - 3$$

Muvozanat narx quyidagi tenglamadan aniqlanadi

$$5P - 3 = 10/P$$

bu tenglamadan  $P_2 = 1,475$

Shunday qilib, taklifni elastikligi narx bo'yicha 20% ga oshganda muvozanat narxi 12,7% ga kamayadi. Bundan xulosa qilish mumkin, xom-ashyo va materiallarni 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 tadbirlarni effektivligi va ta'sirchanligini baholashga yordam beradi.

### Tayanch iboralar

Bozor kon'yukturasi, 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, dotatciya, inflyatciya.

### **Xulosa**

Bozor kon'yunkturasi mamlakat iqtisodiy holatidan to'g'ridan-to'g'ri bog'liq. Tovarlar va xizmatlar sotilishidagi imkoniyatlarni ifodalovchi iqtisodiy shart-sharoitlar majmui – bozor kon'yunkturasini bildiradi. Kon'yunktura axborotnomasi – kon'yunkturaning tahlil shakli hisoblanadi. Kon'yunkturani tahlil etish makroiqtisodiy va mikroiqtisodiy 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 kon'yukturasi deb nimani tushunasiz?
2. Kon'yuktura axborotnomasi qanday hujjat?
3. Yalpi milliy mahsulot nimalarni o'z ichiga oladi?
4. Bozor muvozanati nimadan bog'liq?
5. Taklif deb nimani tushunasiz?
6. Talab deb nimani tushunasiz?
7. Yangi texnologiyalar, dotatciyalar taklif chizig'ini siljiydimi?
8. Yangi texnologiyalar, dotatciyalar narxni ko'paytiradimi?
9. Bozorning tanho huquqligida, taklif narxdan bog'liqmi?
10. Muvozanat narxi tenglamaning yechimiga tengmi?

## **§23. IshLAB ChiQARISH VA IshLAB ChiQARISH FUNKTcIYaLARI.**

### **23.1. Ishlab chiqarish funkcteyalari.**

#### **23.2. Izokvanta va uning xossalari.**

### **23.1. Ishlab chiqarish funkcteyalari.**

Ishlab chiqarish va ishlab chiqarish funkcteyalari tushunchalari, tabiiy, material-texnikaviy va intellektual resurslardan foydalanib materiallarni va materialli bo'lmagan boyliklarni tayirlashiga deyiladi.

Ishlab chiqarish vositalarni rivojlanishi va insonning o'zining ham shu davrda rivojlanishi ustun bo'lishi, ishlab chiqarish kuchlarini tarixiy tuzilishi bu unumdorlik kuchlari material texnikaviy elementlari hisoblanadi. Bu esa kapital davriga mos keladi.

Hozirgi zamonda bilim, texnologiyalar, insoning intellektual resurslari hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bizning davrimiz – informatizatsiya davri, unumdorlik kuchlarga ilmiy texnikaviy elementlarning xukmronlik davr qiladigan hisoblanadi. Bilimlarga ega bo'lish, yangi texnologiyalarni ishlab chiqarishga qo'llash hal qiluvchi ahamiyatga ega. Jamiyatning yaqqol informatizatsiyalash, rivojlangan davlatlarga asosiy masalasi qilib qo'yilgan. Juda katta tezlikda jahon kompyuter to'rt tizimi – Internet o'sayapti.

Ishlab chiqarishning umumiy nazariyasining odatiy rolini, materiallarni ishlab chiqarish protsessi nazariyasi bajaradi, bu esa ishlab chiqarish resurslarni mahsulotga aylantirish jarayoni deb qabul qilinadi. Mehnat (L) va kapital(K) ishlab chiqarishning asosiy resurslari hisoblanadi. Ishlab chiqarish usuli eki 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 funkcteyasi orqali ifodalanadi. Agar ishlab chiqaradigan mahsulotni y orqali ifodalasak, bu holda ishlab chiqarish funkcteyasi quyidagicha yoziladi:

$$y = f(K, L)$$

Bu model orqali ishlab-chiqarish hajmini ifodalasak, kapital soni va mehnat soni funkcteyasi ekanligini ko'rsatadi. Ishlab chiqarish funkcteyasi hozirgi vaqtda mavjud bo'lgan texnologiyalarni ifodalaydi. Agar eng yangi texnologiya yaratilsa, mahsulot ishlab chiqarish hajmi oshadi, o'sha bir xil kapital sarflansa. Shunday qilib, texnologiya o'zgarsa, ishlab chiqarish funkcteyasi ham o'zgaradi.

Metodologik tomondan ishlab chiqarish nazariyasi iste'mol nazariyasiga simmetrik. Lekin, agar iste'mol nazariyasida asosiy kategoriyalar faqat subyektiv o'lchansa, eki umuman o'lchamga ega bo'lmasa, ishlab chiqarishning asosiy kategoriyasini 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, sho'nga qaramasdan iqtisodiy – matematik modellashtirish esa, bu hamma obyektlarga umumiylikni ifodalaydi.

Shu umumiylik, boshlang'ich resurslarni o'zgartirish jarayoni bo'lib (ishlab chiqarish faktorlarni) oxirgi natijaning mahsulotga aylantiradi. Iqtisodiy obyekt tasvirining asosiy va boshlang'ich tushunchasiga ko'ra «texnologik usul» ko'pincha vektor ko'rinishida xarajat –ishlab chiqarish, o'ziga kiritadigan xarajat qilingan resurslar (vektor  $X$ ) va o'zgarish natijalarning ma'lumotlarini tayarlangan mahsulotlarga, eki boshqa karakteristikalariga (daromad, rentabellik va boshqalar) (vektor  $u$ ):

$$V = (x, y),$$

$x$  va  $y$  vektorlarning o'lchamlari (va ularni o'lcham usullari tabiiy eki birlik qiymati) o'rganilayotgan problemadan bog'liq, eki 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  $y$  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 harajjat qilib, aniq hajmda mahsulot ishlab chiqaradigan, eki 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:

$$1. y_i^{(1)} \geq y_i^{(2)}, \quad (i=1, \overline{M})$$

$$2. x_j^{(1)} \leq x_j^{(2)} \quad (j=1, \overline{N})$$

Texnologik usul  $V$  effektiv hisoblanadi, agar  $u \in V$  to'plamga kirsas, va boshqa vektor yo'q  $\bar{v} \in V$  ki  $\bar{v}$  - dan afzalroq bo'lsa.

Effektiv texnologik to'plam tushunchasi yordamida ishlab chiqarish funktsiyani (IF) tasviri ko'rinishida aniqlash mumkin:

$$y = f(x), \text{ bunda } V = \{X; y\} \in V,$$

$V^*$ -effektiv to'plam;

To'plam  $f(x)$  birtadan ko'p nuqtani qamraydi. Ishlab chiqarish funktsiya rejali hisoblashlarda foydali apparat hisoblanib, hozirgi zamonda ishlab chiqarish funktsiyalarni tuzishiga esa statistik usullar qo'llaniladi. Bunday funktsiyalarda bir necha parametrlar qatnashadi va ularni matematik statistika usullari yordamida aniqlash yaxshi natijalar beradi.

Ishlab chiqarish funktsiyalar orasida amaliyotda ko'proq quyidagi Chiziqli ishlab chiqarish funktsiyalardan foydalanadilar:

$$y = a_0 + \sum_{j=1}^n a_j x_j,$$

ularning koeffitsientlarini statistik usullar yordamida baholash mumkin. Yana amaliyotda ko'rsatkichli funktsiyalardan foydalanish mumkin, agar ularni logarifmlab Chiziqli ko'rinishga keltirilsa:

$$y = a_0 \prod_{j=1}^n x_j^{a_j}$$

Ishlab chiqarish funktsiyalarini  $X$  to'plamning har bir nuqtasida differentsiallanuvchiligini, xarajatlanadigan resurslarni kombinatsiyasini nazarga olgan holda, ishlab chiqarish funktsiyalarga bog'liq bo'lgan foydali miqdorlarni ifodalaymiz.

Xususiy holda,

$$dy = \sum_{j=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_j} dx_j$$

bu differentsiyal, ishlab chiqaradigan mahsulotni tannarxini o'zgarishini ifodalaydi, agar  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  resurslar xarajatlardan,  $x + dx = (x_1 + dx_1, \dots, x_n + dx_n)$  to'plamga o'tganda, effektiv texnologik usulning hissalarini saqlangan shartda.

Bu holda, xususiy hosila qiymatini

$$q_j = \frac{\partial f}{\partial x_j}$$

resurslarni berishining Chegaraviy qiymatini ifodalaydi, ya'ni resursning  $j$  nomeri «kichik» birlikka ko'payganda mahsulot ishlab chiqarish qanchaga o'zgarishini ifodalaydi. Kutiladigan mahsulotni 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 mahsulotni o'sishini, o'zgaruvchan resursning Chegaraviy mahsuloti deyiladi. Mehnatni Chegaraviy mahsuloti quyidagicha yoziladi:

$$MPL = F(K, L+1) - F(K, L);$$

bunda  $MPL$  - mehnatning Chegaraviy mahsuloti

Kapitalning Chegaraviy mahsuloti quyidagicha ifodalanadi.

$$MPK = F(K+1, L) - F(K, L);$$

bunda, MRK-kapitalning Chegaraviy mahsuloti.

Ishlab chiqarish obyektining harakteristikasi - bu resursning o'rtacha qayta berish kattaligini ifodalaydi (ishlab-chiqarish faktorining unumdorligi)

$$m_j = \frac{y}{x_j};$$

bu ifoda yaqqol iqtisodiy manoga ega bo'lib, ishlab chiqaradigan mahsulotni xarajat qiladigan resursning birligining hisobida bo'lganini ifodalaydi.

Ishlab chiqarish faktorining unumdorligining miqdoriga teskari qiymatni, 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 hokazolarni o'sishi, iqtisodiyotni yomon holatini ifodalab, ularni kamayishi esa, yaxshi natijani ifodalaydi, yana amaliyotda ko'rsatkichli funktsiyalardan foydalanishi mumkin, agar ularni logarifmlab Chiziqli ko'rinishga keltirilsa:

$$y = a_0 \prod_{j=1}^n x_j^{a_j}$$

Ishlab chiqarish funktsiyalarni X to'plamning har bir nuqtasida differentsiallashuvligini, harakatlanadigan resurslarni kombinatsiyasini nazarga olgan holda, ishlab chiqarish funktsiyalarga bog'liq bo'lgan foydali miqdorlarni ifodalaymiz.

Xususiy holda

$$dy = \sum_{j=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_j} dx_j,$$

bu differentsial ishlab chiqaradigan mahsulotni tannarxini o'zgartirishini ifodalaydi, agar  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  resurslar xarajatlaridan,

$x \in dx = (x_1 + dx_1, x_2 + dx_2, \dots, x_n + dx_n)$  to'plamga o'tganda, effektiv texnologik usulning xossalrini 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 mahsulotni o'sishi

$$\Delta_j f = q_j$$

orqali ifodalanadi va narxning yuqori Chegarasi  $p_j$  dan katta qiymatga ega

$$p_j \leq q_j$$

Differentsial unumdorlikning o'rtacha unumdorlikga nisbati mahsulotni j ishlab chiqarish faktori bo'yicha elastik koeffitsienti deyiladi. Bu ifoda,

mahsulotning o'sishiga nisbatan (protcentga) faktor xarajatini 1 % ga nisbiy o'sishiga hisoblanadi

$$E_j = \frac{q}{m_j} = \frac{x_j}{y} \frac{\partial f}{\partial x_j} = \frac{\partial \ln y}{\partial P_n x_j}$$

Agar  $E_j \leq 0$  bo'lganda,  $j$  iste'mol faktorini o'sishida, mahsulot ishlab chiqarishi absolyut ravishda kamayadi, bunday holat texnologik noqulay bo'lgan xomashyolarni 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  $E_j \geq 1$  tengsizlik o'rinli bo'lsa, o'suvchi unumdorlik kattaligi o'rtacha unimdorlikdan ustun bo'ladi.

Shunday qilib, resursning qo'shimcha birligi ishlab chiqaradigan mahsulotning hajmini nafaqat o'stiradi, balkim yana resursning berishini o'rtacha harakteristikasini 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 kombinatciyasining kerakligi, grafik ko'rinishda befarqlik egri chizig'i orqali ifodalanadi.

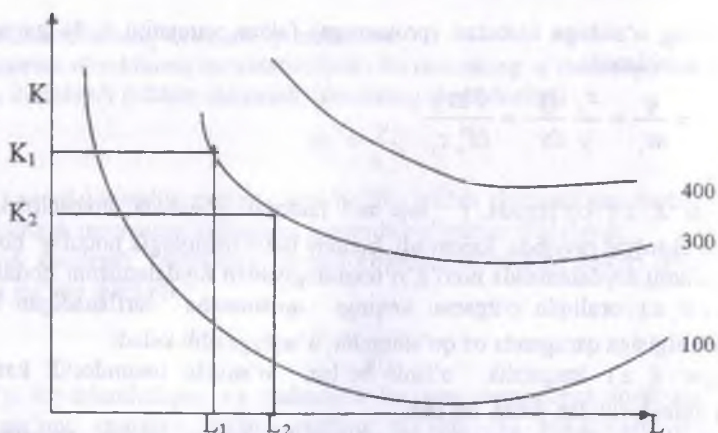
Korxonaning iqtisodiy - matematik modellarida har bir texnologiya grafik ko'rinishda nuqta orqali ifodalanadi va koordinatalari eng kichik  $K, L$  resurslarning shu hajmli mahsulot ishlab chiqarish uchun xarajatlarini sarflanganini ifodalaydi.

Shu nuqtalarning to'plami bir xil ishlab chiqarish chizig'i, yoki izokvantani ifodalaydi.

Shunday qilib, ishlab chiqarish funkciyasi 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. Rasm 23.1- da uchta izokvanta ifodalangan bo'lib, ular mos ravishda 100, 300 va 400 mahsulot ishlab chiqarish hajmi birligini ifodalaydi.



**Rasm - 23.1.** Har xil ishlab chiqarish hajmlarga ega bo'lgan izokvantal.

Chizmadan ma'lumki, 300 mahsulot birligini ishlab chiqarishi uchun  $K_1$  kapital birligi va  $L_1$  mehnat birligi, ekin  $K_2$  kapital birligi,  $L_2$  mehnat birligi, ekin boshqa biron to'plamdagi kombinatsiyasi,  $X_2=300$  ga teng izokvanta orqali ifodalangan.

Umumiy holda  $X$  to'plamdagi mumkin bo'lgan ishlab chiqarish faktorlar guruhi  $X_*$  to'plamostini, ishlab chiqarish funktsiyasining izokvantasi har qanday  $X \in X_*$  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 koeffitsientidan foydalanib nisbiy differentsialni izokvanta bo'ylab aniqlash mumkin bo'ladi.

$$dy = \sum_{j=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_j} dx_j = 0$$

Shu tenglamadan,  $j$  va  $k$  juft faktorlarni ekvivalent almashinuv koeffitsienti 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 chiqarishni o'sish nisbatiga teng bo'lsa, bu holda ishlab

chiqaradigan mahsulot soni, o'zgarasdan qoladi. Aytish kerakki, ishlab chiqarish funkciyasini bilish, resurslarni o'zaro almashish masshtabini harakterlab ularni effektiv texnologik usullarni tanlashiga yordamlashadi.

Material-texnikaviy va intellektul resurslardan foydalanib, materiallarni va materialli bo'lmagan boyliklarni tayyorlashga ishlab chiqarish va ishlab chiqarish funkciyalari tushunchalari qabul qilinadi. Hozirgi zamonda: yangi texnologiyalar va yangi informatsion texnologiyalardan foydalanib mahsulotlar ishlab chiqariladi, ishlab chiqarish funkciyalarining 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 funkciyalari, mehnat, kapital, daromad, rentabellik, funkciyalar turlari, izokvanta.

### **Xulosa**

Material-texnikaviy va intellektul resurslardan foydalanib, materiallarni va materialli bo'lmagan boyliklarni tayyorlashga ishlab chiqarish va ishlab chiqarish funkciyalari tushunchalari qabul qilinadi. Hozirgi zamonda: yangi texnologiyalar va yangi informatsion texnologiyalardan foydalanib mahsulotlar ishlab chiqariladi, ishlab chiqarish funkciyalarining 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 funkciyasini yoza olasizmi?
2. Metodologik tomondan ishlab chiqarish nazariyasi iste'mol nazariyasiga simmetrikmi?
3. Ishlab chiqarish funkciyalar deb nimanı tushunasiz?
4. Hozirgi zamonda ishlab chiqarish funkciyalarni qaysi usulda hisoblanadilar?
5. Qanday ko'rinishdagi ishlab chiqarish funkciyalarni yoza olasizmi?

6. Chiziqsiz ishlab chiqarish funktsiyalarni 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 iqtisodiyotni holati qanday baholanadi?
10. Elastik koeffitsientning formulasini yozing.
11. Agar elastik koeffitsient  $E_q \geq 1$  – ga bo'lsa, o'suvchi unumdorlik kattaligi o'rtacha unumdorlikdan ustun bo'ladimi?
12. Ishlab chiqarish funktsiya 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 jarayonni modelashtirish.
- 24.4. Ko'p tovarli bozor.

### 24.1. Izokvanta turlari.

Befarqlik egri chiziqlarga o'xshash, izokvantalar ham bir necha turlarga bo'linadi.

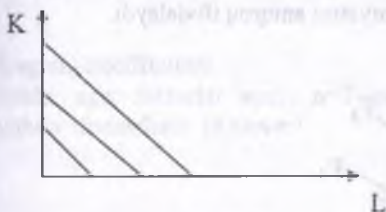
$$Y = A + b_1 K + b_2 L$$

Bunday Chiziqli ishlab chiqarish funktsiyasida :

Y - ishlab chiqarish hajmi,

A,  $b_1$ ,  $b_2$  - parametrlar,

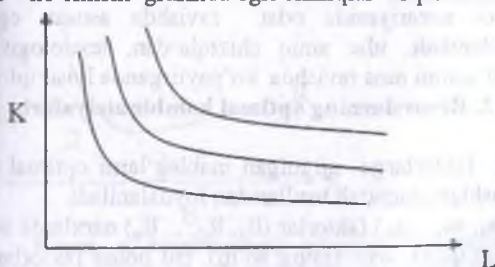
K, L - kapital va mehnat xarajatlari, hamda bir resursni ikkinchisi bilan to'liq almashishda, izokvanta Chiziqli formani ifodalaydi.



Rasm - a. Chiziqli izokvantalar turi.

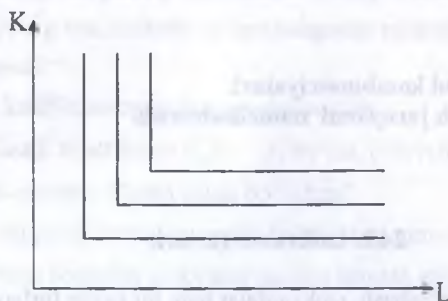
Darajali ishlab chiqarish funktsiyani

$Y = AK^\alpha L^\beta$  ko'rinishi grafikda egri chiziqlar orqali ifodalanadi (rasm b)



Rasm - b. Darajali ishlab chiqarish funktsiya izokvantalari

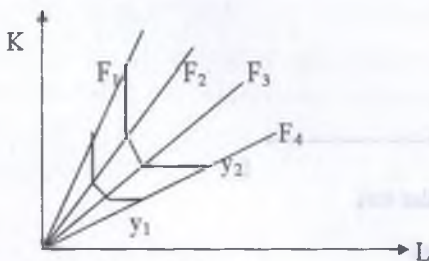
Agar izokvanta mahsulot ishlab chiqarishida faqat birta texnologik usul qo'llanilsa, bu holda mehnat va kapitalni mumkin bo'lgan birta kombinatciyasi orqali ifodalanadi.



**Rasm - c.** Mustahkam o'zaro to'ldiruvchi resurslar izokvantasi.

Amerikalik iqtisodchi olim V.V.Leontev shunday izokvantalarni yaratdiki, u o'zi tuzgan input – output(xarajat-mahsulot ) usuliga asos bo'lib, olim nomi bilan Leontev izokvantasi deyiladi.

Shunday konfiguratsiyaga (tasvirga) ega bo'lgan izokvantalar, Chiziqli programlashtirishda resurslarni optimal taqsimot nazariyasini asoslantirishda foydalaniladi. Kesmali (siniq Chiziqli) izokvantalar ishlab chiqarish obyektlarning texnologik imkoniyatini aniqroq ifodalaydi.



**Rasm - d.** Siniq Chiziqli izokvantalar.

Lekin iqtisodiyot nazariyasida odat ravishda 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 kombinatciyalari.

Ishlab chiqarish faktorlarga ajratilgan mablag'larni 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 ifoda ko'rinishda beriladi:

$$\sum_{j=1}^n P_j X_j \leq b$$

mablag'larni to'liq foydalanishiga mos bo'lgan to'plamning Chegaraviy chizig'i izokosta deyiladi. Izokostaga bir xil «v» qiymatga ega bo'lgan to'plamlar mos keladi. Ajratilgan mablag'ni 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 funkteiyaning quyidagicha cheklanishlarda aniqlansin:

$$\sum_{j=1}^n P_j X_j = b$$

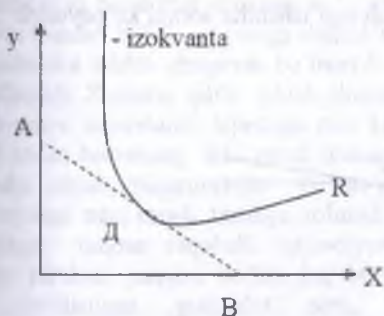
$$X_j \geq 0$$

Izlanayotgan yechimni aniqlashda quyidagi sistemadan foydalaniladi:

$$\begin{cases} \frac{\partial a}{\partial x_j} = \lambda P_j \\ \sum_{j=1}^n P_j X_j = b \end{cases} \quad j = \overline{1, n}$$

bunda,  $\lambda$  - Lagranj koeffitsienti.

Xususiyl holda, agar faktorlar soni  $n=2$  ga teng bo'lsa, masala aniq geometrik ko'rinishda ifodalanadi. (Rasm e.)



**Rasm - e.** 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 funkctiya

$$y = f(K, L) \rightarrow \max$$

Resurslarni cheklanganlik sharti.

$$r \cdot K + w \cdot L = Q$$

bunda,

$r$  – mashina va dastgohlarni foydalanadigan narxi (ya'ni, kapitalni xizmati), bu esa bank protcentini normasiga teng.

$W$  – mehnat to'lovi, maosh (oylik miqdori)

Bu masala ekstremal masala bo'lgani uchun, maqsad funkctiyadan  $L$  va  $K$  o'zgaruvchilar bo'yicha olinadigan xususiy hosilalar  $r$  va  $W$  ga teng bo'lish shartlari bajarilishi kerak:

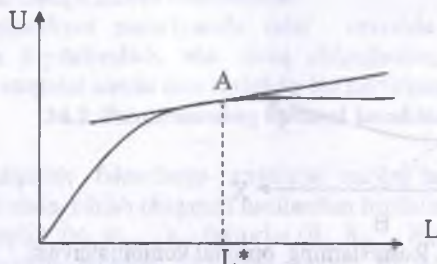
Optimal sharti asosida:

$$a) \frac{\partial y}{\partial K} = r$$

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 protcentiga teng, kapitalning keyingi o'sishi effektivligini pasayishiga olib kelishini ifodalaydi.

$$B) \frac{\partial y}{\partial L} = W$$

Bu shart talab qiladiki ishlaydigan ishchilarning soni shu darajaga bo'lishi kerakki, shu vaqtda marginal (Chegaraviy) mehnat unumdorligi  $\left(\frac{\partial y}{\partial L}\right)$  to'lanadigan oylikga teng bo'lib, keyingi ishchilar sonini ko'paytirish zararga olib keladi ( $L$  nuqta rasm f).



**Rasm - f.** Ish bilan band bo'lganlarning optimal soni.

A nuqtadan o'tadigan to'g'ri chiziqning burchak koeffitsienti  $W$  – ga teng.

Masala: Zamonaviy makrodaraja tahlilida Kobba-Duglas tenglamasini ahamiyati katta, chunki uning asosida ishlab chiqarish jarayonida o'z ta'sirini ko'rsatadigan faktorlarni tahlil etish mumkin.

Masala: Kobba – Duglas masalasining ishlab chiqarish funktsiyasi uchun maksimum  $y$  aniqlansin:

$$\max y = aK^{\alpha} * L^{\beta}$$

agar

$$rK + wL = b$$

shart bajarilsa.

Echun uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$K = \frac{ab}{(\alpha + \beta)r}, L = \frac{b}{(\alpha + \beta)w}$$

$$Y = a^* K^{\alpha} L^{\beta}; \lambda = \frac{\alpha + \beta}{b} y$$

ko'paytuvchi koeffitsient  $\alpha$  moliya mablag' Chegaraviy unumdorligi ko'rsatadiki, agar  $\Delta U$  ga maksimal mahsulot ishlab chiqarish  $\hat{Y}$  o'zgarsa,  $b$  mablag' hajmi «kichik» birlikga o'sganda.

Kapital ( $\alpha$ ) va mehnat ( $\beta$ ) ning elementlarining yig'indisi, ya'ni Chegaraviy mahsulot (otdacha) ishlab chiqarish birligi o'zgarishida elastiklar yig'indismi ifodalaganda, resurslarni xarajatlari ( $K$  va  $L$ ) 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 funktsiyasining qavariqligi Yuqorida bo'ladi.

### 24.3. Muvozanatga erishish jarayonini modellashtrish

Muvozanat adolatli almashish narxi  $R$  ko'rinishda ifodalanishi mumkin, bu narx sotuvchilar va haridorlar orasidagi ko'p sonli bitim natijasida hosil qilinadi. Muvozanatni bunday holati ajoyibligi shunda kim, unda talab to'liq qondiriladi, ortiqcha mahsulot ishlab chiqarish bo'lmaydi, hamda korxona xom-ashyolarni tejimli sarflanadi. Shunday qilib, ishlab chiqarish nuqtai nazaridan, muvozanat holati xom-ashyo 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 narxni pasayishiga ta'sir qiladi, baze sotuvchilar o'z tovarlaridan qutilish uchun amaldagi narxga (qiymat

narxga) qarshi harakat qiladilar, sho'nga o'xshash ifodalash mumkin; muvozanat darajasidan pastroq narxga ham bu ta'sir etib, narxni yuqoriga ko'taradi.

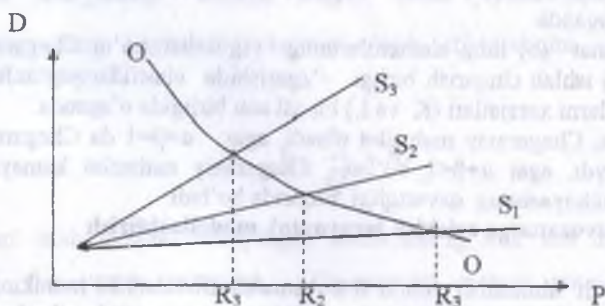
Sotadigan mahsulotga stabil narxga asoslangan hosil bo'lgan va rasmiylashtirilgan talab, ya'ni vaqtdan bog'liq bo'lmagan talab funktsiyasi  $D(R)$  berilgan holda, A Marshalga ko'ra bozor muvozanati uch ko'rinishi mavjud

A) Lahzali muvozanat shunday holatga oraga keladiki, taklif belgilangan ( $S_1(P)=CONST$ ), ya'ni tovarlarni ishlab chiqaruvchilar ishlab chiqarishni kengaytirishiga tayer emas, eki kengaytira olmaydilar;

bunday holdagi muvozanatlikga erishiladi R ma'lum  $R_1$  yuqori narxda, bu esa ishlab chiqaruvchilarning keyingi harakatlarini rag'batlantiradi

B) Fursati 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  $R_2$  bunday holatda  $R_1$  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 korxonani xo'jalik faoliyatini qayta ko'rinadigan holda. Taklif funktsiyasi  $S_3(P)$  bu holda ham o'suvchi va muvozanat narx  $R_3$ , korxonaning normal xarajatlariga mos (Rasim g)



Rasim - g. Uzoq muddatli bozor muvozanati

Taxminlanadiki, savdo kunining  $t$  boshlanishida,  $P_t$  tovarning boshlang'ich narxi aniqlangan bo'lib, taklif hajmini to'liq ifodalaydi.

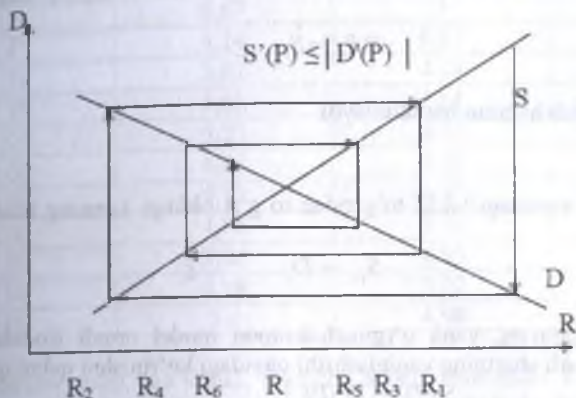
$$S_t = S(P_t)$$

Keyin hisoblanadiki, ko'p oraliq'ida hamma taklifnadirgan 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 (rasim b) bu esa o'rgimchak uyasini eslatadi, shuning uchun modelni o'zini o'rgimchaqli deyiladi.

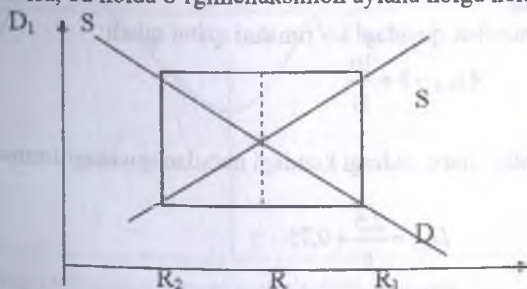
Ifodalash mumkinki, ko'rsatilgan bozor jarayonini yaqinlashi kafolatlanadi, agar quyidagi shart bajarilsa



Rasm - h. O'rgimchakli model

Oxirgi ifodalaydiki, yaqinlashishda etarli holat hisoblanadi, agar marginal taklif, marginal talabdan oshmasa. boshqacha aytganda ishlab chiqaruvchining musbat ta'siri narxning oshishiga shunchakim ahamiyatli, iste'molchining yamon ta'siri, ya'ni bu protsess aktiv bo'lmagan ishlab chiqaruvchilarga nisbatan.

Esda saqlash kerakki, agar  $S'(P) = D'(P)$  bo'lganda «cho'chqali to'kil» holati oraga keladi, bunda muvozanat holati 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 chiziqlarni egilishi bir xil bo'lsa, bu holda o'rgimchaksimon aylana holga keladi (rasm i)



Rasm - i 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 harakterlaydi

$$D_t = D(P_t)$$

keyingi savdo kunidagi taklif to'g'ridan to'g'ri oldingi kunning talabidan bog'liq

$$S_{t+1} = D_t$$

Tasvirlangan jarayon, yana o'rgimchaksimon model orqali ifodalanishi mumkin, hattoqim etarli shartning yaqinlashishi quyidagi ko'rinishni qabul qilsa

$$S'(P) > |D'(P)|$$

Bunday holat esa, ishlab chiqaruvchilarning kuchli ta'simi iste'molchilarga nisbatan ifodalaydi.

Muvozanat jarayonini muhokama qilishini Yuqorida ifodalangan masala asosida hisoblaymiz: Faraz qilaylik taklif funktsiyasi

$$S(P) = 4P - 3$$

ko'rinishida va talab funktsiyasi

$$D(P) = \frac{10}{P}$$

ko'rinishidek berilgan bo'lsa.

Bu holda asosiy o'zaro munosabat quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$4P_{t+1} - 3 = \frac{10}{P_t}$$

Bundan keyingi bozor kunidagi narx, oldingi kundagi narxdan quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$D_{t+1} = \frac{2,5}{P} + 0,75$$

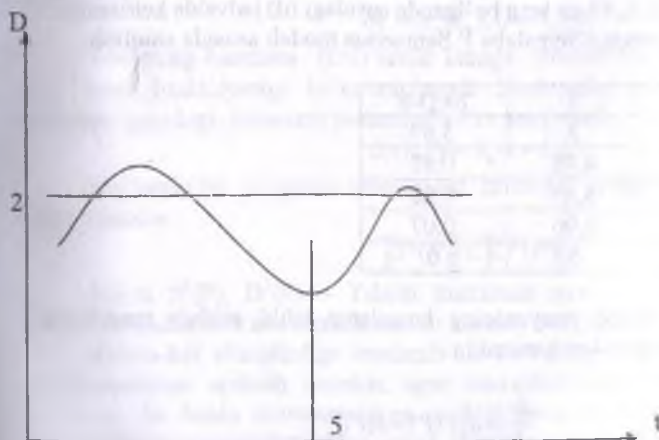
Tasavvur qilaylik,  $R_0$  boshlang'ich narx  $R_0 = 1,5$  ga teng bo'lsa, hisob natijalarni quyidagi jadvalda keltiramiz. (jadval g)

Jadval G.

Narxni vaqt bo'yicha muvozanatga yaqinlashishi.

| R    | 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  $R=2$  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 harakterga ega ekanligini ifodalab, kamayuvchi amplitudaga ega bo'ladi. (Rasm j).



Rasm - j. Muvozanat narxga yaqinlashish jarayoni.

Narxni aniqlash jarayonining qat'iy monoton harakterga ega bo'lgan usuli bu «siypalab» aniqlash bo'lib, o'nga tashqi (markazlashgan) sozlash katta ahamiyatga ega. Biz shunday usulni jarayonini ko'ramizki, uning P. Samuelson

ismi bilan atashadi Bunday modelda narxning o'zgarishi t savdo kunida oshiqcha talabdan 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 xohlangan nisbatda bo'lganda.

Bu holatning eng katta ifodasini bozorda orbitor (auktioner) 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 funktsiyasi orqali ifodalanadilar, ishlab chiqaruvchilar esa mahsulot ishlab chiqarishini mos ravishda  $S(P)$  taklif funktsiyasi 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. Jadval d. Muvozanat narxni «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 hossalarni tahlil etishda modelning differentsial ko'rinishini keltirish mumkin:

$$\frac{dp}{dt} = a[X(P) - S(P)]$$

Ko'p mahsulotli bozorda muvozanat holatini talab va taklif funktsiyalari orqali ifodalash mumkin.

Faraz qilaylik, bozorda L xil tovarlar chiqarilgan bo'lib  $I=1..L$  ularning omerlari bo'lsin,  $P=(P_1...P_L)$  tovarlarning narxlar sistemasi ifodalaydi,  $D_i(P)$  - talab funktsiyasi,  $S_i(P)$  - taklif funktsiyasi. Bu holda muvozanat tushunchasi to

ma'noda shunday holatni ko'rsatadiki, bunda talab va taklif mos kelib, tovarning hamma pozitsiyalari bo'yicha sotiladi:

$$D_I(\bar{P}) = S_I(\bar{R}) \quad (I=1, \bar{L})$$

Bunda  $\bar{P}=(\bar{P}_1, \dots, \bar{P}_L)$  – teng o'lchovli narx sistemasi. Teng o'lchovli keng ma'noda shunday holatki, unda

$$D_I(P) \leq S_I(P) \quad (I=1, \bar{L})$$

Ko'p tovarlar bozorning muvozanat holati hossalari 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 almashinuvchi tovarlar bozorida talab funktsiyasi quyidagi munosabatni qanoatlantirsa:

$$\frac{\partial D_I}{\partial P_I} < 0, \frac{\partial D_K}{\partial P_I} > 0, (K \neq I); (I, K = 1, L)$$

Oxirgi shart anglatadiki, har bir tovarga narxni o'sishida, lekin boshqa tovarlarga narxni o'zgarishligida talab sektori o'zining talabini tovarga kamaytiradi, ammo bir vaqtda boshqa ularni almashinuvchi tovarga (mahsulotga) talab o'sadi. Muvozanatni erishish jarayoni esa bu holda savdo kunlarini ketma-ket o'rganishdan aniqlanadi.

Bunday holda  $(t+1)$  savdo kunining boshida

$P_t=(P_{1t}, \dots, P_{Lt})$  narxlar sistemasi aniqlangan bo'lib, shu narxlarga ko'ra ishlab chiqaruvchilar bozorda o'z tovarlarini shu hajmlarda savdoga chiqaradilar.

$$S_{it} = S_i(P_t); (i = 1, L);$$

Tovarning hammasi  $(t+1)$  savdo kuniga sotiladi va yangi narx sistemasi  $P_{t+1}$  talab funktsiyasiga ko'ra aniqlanadi. Boshqacha aytganda, yangi narx sistemasi quyidagi sistemani yechimiga ko'ra aniqlanadi:

$$D_i(P_{t+1}) = S_{it} (i = 1, L).$$

Ma'lumki bu jarayonni muvozanat holatiga yaqinlashadi, agar quyidagi shart bajarilsa:

$$\|S^1(P)\| \leq \|D^1(P)\|.$$

bunda  $S^1(P)$ ,  $D^1(P)$  – Yakobi matritsasi mos ravishda taklif va talab funktsiyalaridan matritsa birinchi tartibli xususiy hosilalardan tuzilgan.

Ketma-ket almashishga asoslanib har xil tartibga solish usullarini qo'llab muvozanatlikga erishish mumkin, agar muvozanatlikga yaqinlashish o'rinni bo'lmasa, bu holda muvozanatlikga 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 mahsulotni ko'p hajmi uchun soliqni ko'paytirish yo'li bilan maqsadga erishish mumkin.

Bir birini to'ldiradigan holda, tovarlar va ularning bozorlarini bir-biridan bog'liq bo'lmaganligini ko'rish mumkin. Bunday holda, muvozanat holati talab tomondan shunday aniqlanadiki, o'zining daromadini qanday qismini iste'molchilar sektori mahsulotlarni sotib olishga sarf etadi, taklif etuvchi tomondan esa bu resurslarni qanchasini mahsulot ishlab chiqarishiga sarflanishidan bog'liq ekanligi aniqlanadi.

Shunday qilib talab funktsiyasi va taklif funktsiyalarining muvozanatligi quyidagicha ifodalanadi, ya'ni mos ravishda

$$D=D(P,I),$$

$$S=S(P,Q)$$

Teng bo'lgan muvozanatlik sharti o'rinli

$$D(P, \bar{I}) = S(P, \bar{Q})$$

Bunday ko'rinishlarda esa

$P$  – tovar narxi;

$\bar{P}$  – tovar muvozanat narxi;

$I$  - iste'molchining mahsulot sotib olishga sarflanadigan daromadning qismi;

$Q$  – resurslar hajmi.

$D$  – talab funktsiyasi;

$S$  - taklif funktsiyasi;

Funktsiyalardan hamma xususiy hosilalar  $(P, I, Q)$  o'zgaruvchilar bo'yicha musbat sonlarga teng bo'lib, faqat  $\partial D / \partial P < 0$  manfiy qiymatga ega

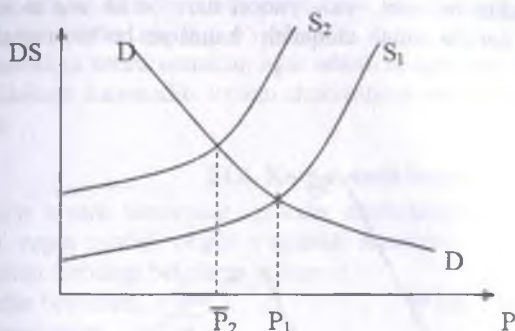
$$\text{Ya'ni } \frac{\partial D}{\partial P} < 0, \frac{\partial D}{\partial I} > 0; (*) \quad \frac{\partial S}{\partial P} > 0, \frac{\partial S}{\partial Q} > 0; (**)$$

Oxirgi ifodalardan aniqlash mumkinki muvozanatli narxi  $R$  esa resurslar hajmlari  $Q$  dan va daromadlar,  $I$  – dan bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{\partial P}{\partial Q} = \frac{\partial S / \partial Q}{(\partial D / \partial P - \partial S / \partial P)} < 0,$$

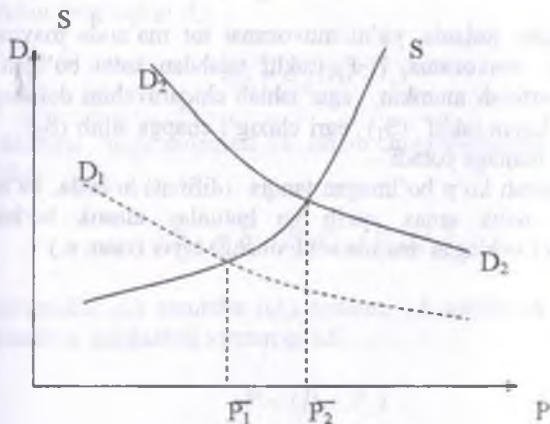
$$\frac{\partial P}{\partial I} = \frac{\partial D / \partial I}{(\partial S / \partial P - \partial D / \partial P)} > 0;$$

Shunday qilib, ishlab chiqarish ( $Q$ ) tomonidan resurslarni hajmlarini o'sishida muvozanat narxi talabni o'zgarmaslik holida (rasm k), taklif egri chizig'i  $S_1$  resurs o'zgarmas hajmi  $R$  - ga mos.



**Rasm - k.** Resurslar o'sishi bilan muvozanat narxi  $R$  kamayadi.

bunda  $S_2$  egri chizig'i ( $Q+\Delta Q$ ) o'sgan hajmga mos. Sho'nga o'xshash taklifni o'zgaray qolgan holda va iste'molchilarning talablari o'sganda, talab  $D$  egri chizig'i o'ng tomonga siljiydi, hamda muvozanat narxi o'sadi (rasm l).

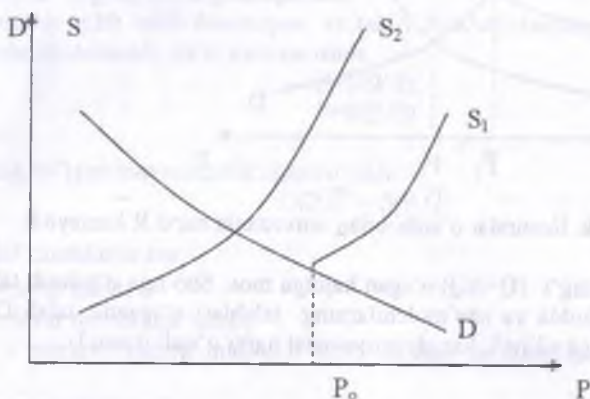


**Rasm - l.** Iste'molchilar daromadlari o'sganda talab egri chizig'ini yuqori o'ngda ko'chiradi.

Hosil qilingan natijalarni bozorsiz sozlash usullarini tuzishda foydalanish mumkinki, ular subsidiyalari 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

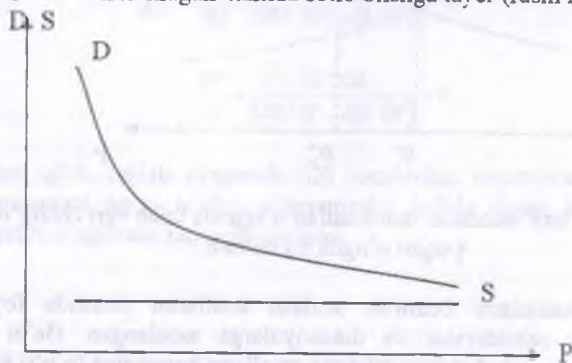
narxga etkaza olmaydi. Lekin bu narx juda yuqori narx bo'lib iste'molchilar uchun va talab  $P \geq P_0$  narxda ishlab chiqarish hajmi oz bo'lib, rentabellik o'rinli bo'ladi (rasm m).



**Rasm - m.** Ishlab chiqaruvchini dotatciyalashi 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 chiqaruvchini dotatciya 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 (difitcit) holatda, ya'ni narxni o'sishi ahamiyatga molik emas, qarib yo butunlay elastik bo'lmaganda, iste'molchilar tovarni xohlagan narxda sotib olishga tayer (rasm n.)



**Rasm - n.** 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, bo'nga qarshi tovar tanqisligi o'rinni. Muvozanatlikga erishi mumkin, agar ishlab chiqarishni keyin ko'targanda yoki iste'molchilarni daromadini keskin cheklantirish asosida, masalan pul reformasini o'tkazish.

#### 24.4. Ko'p tovarli bozor.

Ko'p tovarli bozorning iqtisodiy muvozanatligining xossalarini quyidagi iqtisodni 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,  $j=1, n$ ;

$P_1, \dots, P_2$  – tovarlarning narx sistemasi;

$D_i$  –  $i$  iste'molchining  $I$  tovarga talabi;

$S_j$  –  $I$  tovarning  $j$  ishlab chiqaruvchi tomonidan taklifi.

Har bir tovardan muvozanat shartlar gruppasi quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$S_i = \sum_{j=1}^n S_{ji} = \sum_{j=1}^n D_{ji} = D_i, (I=1, 2) \quad (\Lambda)$$

Yuqoridagiday, talab funkciyasini narxlar sistemasi va iste'molchilar daromadlaridan bog'liqligi ( $I$ )

$$D_i = D_i(P_1, P_2; I_i)$$

Taklif funkciyasi narx sistemasi va ishlab chiqaruvchining moliya resursidan ( $Q_j$ ) bog'liqligi:

$$S_j = S_j(P_1, P_2, \dots, P_L; Q_j)$$

Berilgan daromadlar ( $I_i$ ) resurslar ( $Q_j$ ), sistema  $L$  tenglamalar ( $\Lambda$ ) muvozanat narxlar sistemasini aniqlashda xizmat qiladi:

$$P = (P_1, \dots, P_2)$$

Muvozanat narxlar sistemasi iste'molchilarning mos daromadlari va ishlab chiqaruvchilar ( $Q_j$ ) resurslaridan bog'liqligini ifodalash mumkin.

Keyingi xulosalarni iste'molchilar daromadlarining majmuasi mahsulotlarni sotib olishga sarflanishiga bog'liqlikni ifodalaymiz.

$$\sum_{i=1}^L P_i D_i = \sum_{j=1}^n P_j \sum_{i=1}^m D_{ji} = \sum_{j=1}^n P_j I_j = I,$$

Ishlab chiqaruvchilarning resurslari majmuasi (Q) esa tovarlarni sotish natijasida hosil qilinadi.

$$Q = \sum_{j=1}^n Q_j = \sum_{j=1}^n P_j S_j = \sum_{i=1}^l P_i \sum_{j=1}^n S_{ij}$$

Bunda quyidagi holatlarni ko'rish mumkin :

A) Belgilangan kattaliklar majmuasi bir biri bilan tengligi o'rinli.

$$Q=1 \text{ eki } \sum_{i=1}^l P_i \sum_{j=1}^n S_{ij} = \sum_{i=1}^n P_i \sum_{j=1}^m D_{ij} \quad (B)$$

Bunday holat, bozor sistemaning o'z-o'zini normal ish natijasida ta'minlashida orqaga 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 funktsiyalariga (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 tovarni bazali deb qabul qilinadi (masalan, pul) eki oddiy hisoblashning birligi bo'la oladi (uning narxi 1).

3). 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 qisqasida anglatadigan muvozanat narxlar sistemasi mavjud emas.

fisol . Ikkita tovar bozorida ikkita ishlab chiqaruvchi (har biri birtadan tovar ishlab chiqaradi) va ikkita iste'molchini ko'ramizki ular har ikkita tovarni iste'mol qilsin

erilgan  $R_1, R_2$  - tovarlar narxi.

1). Taklif funktsiyalari quyidagicha ifodalanadi:

$$S_1(P_1)=10P_1, \quad S_2(P_2)=40P_2,$$

unday qilib, ishlab chiqaruvchilarning daromadlar majmuasi teng bo'ladi:

$$Q = P_1 S_1 + P_2 S_2 = 10P_1^2 + 40P_2^2$$

Talab funktsiyasi quyidagicha ifodalanadi, daromadlar majmuasi :

$$I = Q = 10P_1^2 + 40P_2^2$$

inchi iste'molchi daromadi:

$$I_1=0,61$$

Ikkinchi iste'molchining daromadi :

$$I_2=0,41$$

Birinchi iste'molchining tovarga talabi quyidagicha :

$$D_{11} = \frac{0,8I}{P_1} = \frac{0,48I}{P_1} ; D_{12} = \frac{0,2I_1}{P_2} = \frac{0,12I}{P_2}$$

Ikkinchi iste'molchining tovarga talabi :

$$D_{21} = \frac{0,5I_2}{P_1} = \frac{0,2I}{P_1} ; D_{22} = \frac{0,5I_2}{P_2} = \frac{0,2I}{P_2}$$

Muvozanat sharti asosida:

$$\begin{cases} 10P_1 = 0,48 \frac{I}{P_1} + 0,2 \frac{I}{P_2} = 0,68 \frac{I}{P_1} \\ 40P_1 = 0,12 \frac{I}{P_2} + 0,2 \frac{I}{P_2} = 0,32 \frac{I}{P_2} \end{cases}$$

Bundan nisbiy muvozanat narxni aniqlaymiz ;

$$P_1 = 2,315 \bar{P}_2$$

Agar ikkinchi tovarni negizli deb qabul qilsak (birlik ming so'm), tovarlar fizikaviy hajmlarini esa tonnalarida ifodalasak, bunda muvozanat holati bozorda quyidagi ko'rinishda bo'ladi :

$$\text{Narxlar : } \bar{P}_1 = 2,915 \text{ m.so'm/tonna}$$

$$\bar{P}_2 = 1 \text{ m.so'm/tonna}$$

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:

$$D_{11} = 20,62 \text{ t} ; D_{12} = 15 \text{ t}$$

$$D_{21} = 8,59 \text{ t} ; D_{22} = 25 \text{ t}$$

Ishlab chiqaruvchilarning daromadlar majmuasi teng bo'ladi:

$$R = 125 \text{ mln. so'm}$$

Iste'molchilar xarajatlari esa mos ravishda teng bo'ladi:

$$I_1 = 75 \text{ mln. so'm} ; I_2 = 50 \text{ mln.so'm}$$

Misol. Xulosa uchun muvozanat modelini ko'ramizki unda ishlab chiqarish korxonalarining imkoniyatlar majmuasi (rasm d)-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 :

$$Y_1 = \frac{P_1 a^2}{\sqrt{P_1^2 a^2 + P_2^2 b^2}}; Y_2 = \frac{P_2 b^2}{\sqrt{P_1^2 a^2 + P_2^2 b^2}};$$

Bu ifodalar taklifni narxdan bog'liqligini ifodalaydi (taklif funktsiyalari  $S_1$  va  $S_2$ ). Iste'molchi foydali funktsiyasini maksimallashtirishga harakat qiladi.

$$U(X_1, X_2) = C_1 \ln X_1 + C_2 \ln X_2$$

Byudjetni cheklangan holida :

$$P_1 X_1 + P_2 X_2 \leq 1, X_1 \geq 0, X_2 \geq 0$$

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 funktsiyalari

Muvozanat sharti quyidagi ko'rinishda yoziladi :

$$\hat{Y}_1 = \hat{X}_1; \quad \hat{Y}_2 = \hat{X}_2$$

Bu tenglamalar sistemasini echib,  $R_1$  va  $R_2$  muvozanat narxlarini aniqlaymiz :

$$P_1 = \frac{1}{a} \sqrt{\frac{C_1 I}{C_1 + C_2}}$$

$$P_2 = \frac{1}{b} \sqrt{\frac{C_2 I}{C_1 + C_2}}$$

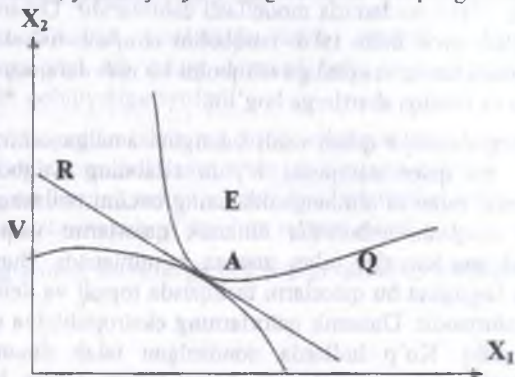
Hamda muvozanat E nuqtaning koordinatalarini aniqlaymiz :

$$X_1^{12} = \frac{C_1 I}{(C_1 + C_2) P_1}$$

$$X_2^2 = \frac{C_2 I}{(C_1 + C_2) P_2}$$

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 erish jarayoni iste'molchi va ishlab chiqaruvchining harakati tufayli erishi mumkin.

Iste'molchi o'zining eng yuqori foydali E nuqtasini narx chizig'i bo'yicha harakat qilib erishadi, ya'ni byudjet Chegarasidan chiqmagan holda (rasm o).



Rasm - o. Pareto optimumi.

Ishlab chiqaruvchi o'zining eng yuqori daromadini E nuqtaga, imkoniyatli ishlab chiqarish AV Chegara chizig'i 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 konyunkturasiga ta'sir etuvchi omillarini, hisobga olgan holda ilmiy asoslangan, ishonchli va tizimli yondoshish.
2. Istiqbolni aniqlashda bir necha variantlardan foydalanish, ularning natijalari bir xil yoki yaqin bo'lishi.

3. Ishlatilgan uslublarning ilmiy asosi etarli bo'lishi.

4. Xulosalarning aniq va ravon tilda, ayniqsa qaror qabul qiluvchilarga tushunarli ishlanganligi.

5. Bozor konyunkturasi istiqboli o'z vaqtida aniqlanishi va korxona, assotciatciya, kompaniya va vazirliklar ishini boshqarishda qo'llanilishi. To'var bozorlari istiqboli, ular guruhlar, eksport yoki import maxsulotlari, bozordagi baholar va boshqalar shaklida ishlab chiqilishi mumkin. Ular qisqa (3 yilgacha), o'rtta (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 ko'rashi, tarixda qaytarilishini nazarda tutish, matematik, statistik, EHM yordamida modellash uslublari. Dinamik qatorlarni ekstropolyatciya 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 ekstropolyatciya qilish usuli bilangina amalga oshirishi mumkin. Ekstropolyatciya - 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 ekstropolitciya 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 tendentciyasiga 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'zgarmasligiga 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'zgarmasa, u holda istiqbolni belgilash o'rtacha xatosini quyidagi formula orqali hisoblash mumkin.

$M = \pm \sqrt{q2/n}$  , bu erda M - o'rtacha xatolik

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}$$

Dispersiya , n - dinamik qatorlardagi ko'rsatgichlar soni.

Bizning misolimizda 8, 9, 10 - kunlardagi kundalik non sotishning istiqbolini belgilash o'rtacha xatosi 15 kg ni tashkil etadi. Lekin xatoni bunday istiqbolini belgilash haddan tashqari shartli. Chunki bu holat 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 koeffitcienti yordamida talab istiqbolini aniqlash mumkin. Talabning qayishqoqligi deb, uning daromad, baho na boshqa iqtisodiy omillar - ta'sirida o'zgarish qobiliyatiga aytiladi.

Qayishqoqlik ko'rsatgichlar talabning 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.

$$\Delta U \quad X$$

$$E = \frac{\Delta U}{\Delta X} \cdot U$$

$$\Delta X \quad U$$

bu erda: E - qayishqoqlik koeffitcienti, U- aholi jon boshiga talabning o'sishi, X- aholi jon boshiga daromadning o'sishi;  $\Delta U$ -o'rtagacha jon boshiga talab miqdori;  $\Delta X$ -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'rsatgichi (koeffitcienti) ;

$$600 \quad 2$$

$$E = \frac{600}{40} \cdot \frac{2}{28} = 1.08 \text{ ni tashkil etadi}$$

$$40 \quad 28$$

Talabning daromaddan qayishqoqlik koeffitcienti daromadning 1% ga qulayligi sababli talab qancha foizga o'zgarishini ko'rsatadi. Shu usul, davlat tomonidan iqtisodiyotni boshqarishda o'tkazadigan tadbirlarni effektivligi va ta'sirchanligini baholashga yordam beradi.

### **Tayanch iboralar**

Izokvanta turlari, ishlab chiqarish hajmi, izokosta, moliya mablag'i, Lagranj koeffitsienti( $\lambda$ ), mehnat to'lovi, bozor muvozanati ko'rinishlari, taklif va talab funktsiyalari, ko'p mahsulotli bozor muvozanat holati, pul reformasi.

### **Xulosa**

Ma'lumki, resurslarni almashtirilganda izokvanta chiziqlari formalari o'zgaradi. Iqtisodiyotda Chiziqli, Chiziqsiz, o'zaro to'ldiruvchi, kesmali izokvantalaridan 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. Muvozanat 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'ng mahsulotlarining foydalanish xarakterini ifodalaydi.

TA'RIF-1. Oraliq mahsulot ishlab chiqarilgan mahsulotning bir qismiga deyiladi, agar uni yana boshqa mahsulot ishlab chiqarishda foydalanilsa.

TA'RIF-2. Ishlab chiqarishda foydalanilmaydigan mahsulot tayyor mahsulot hisoblanadi, agar uni shaxsiy iste'molga, ehtiyojlarni o'rtishiga, aholining talabini qondirishga, davlat apparatini saqlashga, eksportga sarflansa va x.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 koniga temirning tashishiga 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'Ichovlikni nazarga olganda natural mahsulotli, qiymatli, natural-qiymatli, mahsulotli.

v) O'Ichov 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 matritcaning 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 kora metallurgiya bo'lsa,  $X_{12}$  kora metallar ishlab chiqarishda ko'mirga sarflangan xarajat hisoblanadi.

$Q_i$  –  $i$ - 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 chiqarishida sarflanadigan  $i$ -turdagi mahsulot;

$G_i$  – so'ngi  $i$ -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 funktsional aloqasi ifodalangani.

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 echa 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  $X_j$  ga bo'lib, ularning nisbatini  $\alpha_{ij}$  orqali belgilaymiz.

$\alpha_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}$ ; bu holda sistema quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= \alpha_{11} X_1 + \alpha_{12} X_2 + \dots + \alpha_{1n} X_n + Y_1 \\ X_2 &= \alpha_{21} X_1 + \alpha_{22} X_2 + \dots + \alpha_{2n} X_n + Y_2 \\ \hline X_n &= \alpha_{n1} X_1 + \alpha_{n2} X_2 + \dots + \alpha_{nn} X_n + Y_n \end{aligned} \right\} \quad (b)$$

Ma'lumki, bunday ko'rinishdagi tenglamalar sistemasi,  $n$ -Chiziqli  $n$ -ta noma'lum o'zgaruvchi,  $X_1, X_2, \dots, X_n$  ga bog'liq sistemadir.

$$\alpha_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}; \quad \text{to'g'ri xarajatlar koeffitsientlari}$$

To'g'ri xarajatlar koeffitsientlari hamma sohalar uchun quyidagi matritsa ko'rinishini qabul qiladi:

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2n} \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \dots & \alpha_{nn} \end{pmatrix}$$

Sohalararo balans tenglamasi matritsa ko'rinishi quyidagi ko'rinishda beriladi:

$$\bar{X} - \Lambda \bar{X} = \bar{Y} \quad (v)$$

Bunda,

$\bar{A}$  - to'g'ri xarajatlar koeffitsientlari matritsasi,

$\bar{Y}$  - tayyor mahsulot vektori,

$\bar{X}$  - ishlab chiqarish hajmi vektori

Qiyimatli balansda  $\alpha_{ij}$  koeffitsientlar,  $i$ -sohaning,  $j$ -sohaning har so'mga yalpi mahsulot uchun sarflangan xarajatini ifodalaydi.

$\bar{X}$  vektorni birlik matritsaga ko'paytirib, (v) ifodadan quyidagini hosil qilamiz

$$E\bar{X} - \Lambda\bar{X} = \bar{Y} \quad (g) \quad \text{yoki}$$

$$(E - \Lambda)\bar{X} = \bar{Y} \quad (d)$$

Bu sistemani echib quyidagilarni aniqlash mumkin.

1. Sohalarining  $X_1, X_2, \dots, X_n$  yalpi mahsulotlarini aniqlash:

$$\bar{X}(E - \Lambda)^{-1} \bar{Y}$$

Bunda,  $(E - \Lambda)^{-1}$  teskari  $(E - \Lambda)$  ga bo'lgan matritsa.

2. Sohalarining  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  tayyor mahsulotlarining hajmlarini aniqlash:

$$\bar{Y} = (E - \Lambda)\bar{X}$$

3. To'liq xarajatlar koeffitsientlar matritsasi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$B = (E - \Lambda)^{-1}$$

### Iqtisodiy - matematik model tuzish.

Sohalararo balans tenglamalar sistemasini tuzish uchun, boshlang'ich qiymatlar quyidagi jadval 2-da berilgan bo'lsin.

2-jadval

| Iste'molchi<br>sohalar | To'g'ri xarajatlar koeffitsientlari |     |     | 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:

$$\begin{aligned} 0,8X_1 - 0,4X_2 - 0,5X_3 &= 48 \\ -0,3X_1 + 0,8X_2 - 0,3X_3 &= 15 \\ -0,1X_1 + 0,3X_2 + 0,6X_3 &= 7 \end{aligned}$$

Bunday ko'rinishdagi tenglamalar sistemaning yechimini aniqlash

Chiziqli algebra ko'rsidan ma'lum:

$$\bar{X} = (E - A)^{-1} \bar{u}$$

$$\bar{A}\bar{X} = B, \quad \text{bunda}$$

$$B = (E - A)^{-1}$$

$$\bar{X} = (E - A)^{-1} * Y$$

$$\bar{X} = B\bar{Y}$$

### Tayanch iboralar

Oraliq mahsulot, tayyor mahsulot, balans, sohalar, matritca, elementlar, tenglamalar sistemasi, to'g'ri xarajatlar koeffitsientlari, to'liq xarajatlar koeffitsientlari.

### Xulosa

Sohalararo balansda ishlab chiqaruvchi sohalarining oraliq va tayyor mahsulotlari haqida tushuntirishlar beriladi, hamda jadval ko'rinishida keltiriladi,

uning IMM tenglamalar sistemasi orqali ifodalanadi, yechishda o'zgartirishlar kiritiladi.

Yangi tushunchalar asosida yechimlar aniqlanadi (to'g'ri harajatlar koeffitsientlari matritcasi, 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 echiladi?
10. To'liq xarajatlar koeffitsientlari qanday hisoblanadi?
11. Sohalararo balans iqtisodiy-matematik modeli matritca ko'rinishi?

### **§ 26. TO'G'RI VA TO'LIQ XARAJATLAR KOEFFITCIENTLARINING IQTISODIY TABIATI.**

**26.1. To'g'ri va to'liq xarajatlar koeffitcientlarining iqtisodiy tabiati (mohiyati).**

**26.2 Yalpi va tayyor maxsulotlar vektorlari**

**26.3 Mustaqil ishlash uchun masalalar.**

#### **26.1. To'g'ri va to'liq xarajatlar koeffitcientlarining iqtisodiy tabiati (mohiyati).**

To'g'ri xarajatlar koeffitcienti, bu maxsulotningbir birligini ishlab chiqarish uchun sarflanadigan xom-ashyo (material) resurslari xarajatini ifodalaydi

To'liq xarajatlar koeffitcientlar i-turdagi xom-ashyo (material) resurslarini j-turdagi mahsulot ishlab chiqarish hisoblanadi, agar u to'g'ri xarajatlar koeffitcienti bilan qo'shimcha xarajatlar yig'indisiga teng bo'lsa.

To'liq xarajatlarning koeffitsientlarini boshqa usulda ham hosil qilish mumkin.

To'liq xarajatlar koeffitsienti  $b_{ij}$  - bu shunday sohaning yalpi mahsulot ishlab chiqarishidagi talabni xarakterlaydikim, u  $j$ -sohaning tayyor mahsulotni birligini ishlab chiqarish kerak bo'lsa.

Ma'lumki, sohaning yalpi mahsuloti tayyor mahsulotning hajmidan quyidagicha hisoblanadi:

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

Bunda  $B = (E - A)^{-1}$  matritsa to'liq xarajatlar koeffitsientlar matritsasi, bo'lsa yalpi mahsulot quyidagicha hisoblanadi:

$$\bar{X} = B \bar{Y}$$

Ishlab chiqarish sohasining yalpi va tayyor mahsulot hajmlarini hisoblash, iqtisodiy-matematik modelga ko'ra to'g'ri xarajatlar koeffitsientlari 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 erda  $[E-A]^{-1}$  mavjuddir: xakikiy xam

$$\Delta = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,4 & -0,5 \\ -0,3 & 0,8 & -0,3 \\ -0,1 & -0,3 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,384 - 0,012 - 0,045 - 0,04 - 0,072 - 0,072 = 0,143$$

teskari matritca hisoblash uchun matritca  $\Delta E$  ning algebravik tuldiruvchilarini aniklaymiz:

$$2) A_{11} = M_{11} = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,3 \\ 0,3 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,48 - 0,09 = 0,39$$

$$A_{12} = M_{12} = \begin{vmatrix} -0,3 & -0,3 \\ -0,1 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,18 + 0,03 = 0,21$$

$$A_{13} = M_{13} = \begin{vmatrix} -0,3 & 0,8 \\ -0,1 & -0,3 \end{vmatrix} = 0,09 + 0,08 = 0,17$$

$$A_{21} = M_{21} = \begin{vmatrix} -0,4 & -0,5 \\ 0,3 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,24 - 0,15 = 0,39$$

$$A_{22} = M_{22} = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,5 \\ -0,1 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,48 - 0,05 = 0,43$$

$$A_{23} = M_{23} = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,4 \\ -0,1 & -0,3 \end{vmatrix} = 0,24 - 0,04 = 0,20$$

$$A_{31} = M_{31} = \begin{vmatrix} -0,4 & -0,5 \\ 0,8 & -0,3 \end{vmatrix} = 0,12 + 0,40 = 0,52$$

$$A_{32} = M_{32} = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,5 \\ -0,3 & -0,3 \end{vmatrix} = -0,24 - 0,15 = -0,39$$

$$A_{33} = M_{33} = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,4 \\ 0,3 & 0,6 \end{vmatrix} = 0,64 - 0,12 = 0,52$$

teskari matritcasini hisoblaymiz:

$$V = [E-A] = (1/\Delta)(A_{ij})^T = (1/0,143) \begin{pmatrix} 0,39 & 0,21 & 0,17 \\ 0,39 & 0,43 & -0,2 \\ 0,52 & 0,39 & 0,52 \end{pmatrix}^T$$

$$=(1/0,143) \begin{pmatrix} 0,39 & 0,39 & 0,52 \\ 0,21 & 0,43 & 0,39 \\ 0,17 & -0,2 & 0,39 \end{pmatrix}$$

$$V = \begin{pmatrix} 2,72 & 2,72 & 3,63 \\ 1,47 & 3,01 & 2,72 \\ 1,19 & -1,39 & 3,63 \end{pmatrix}$$

## 26.2. Yalpi va tayyor mahsulotlar vektorlari.

Har doim to'liq xarajatlar matritsasi to'g'ri xarajatlar matritsasiidan kichik mahsulotlar matritsasi aniqlaymiz:

$$X = [E-A]^{-1} \cdot B = (1/0,143) \begin{pmatrix} 0,39 & 0,39 & 0,52 \\ 0,21 & 0,43 & 0,39 \\ 0,17 & -0,2 & 0,52 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 48 \\ 15 \\ 7 \end{pmatrix} =$$

$$(1/0,143) \begin{pmatrix} 0,39 \cdot 48 + 0,39 \cdot 15 + 0,52 \cdot 7 \\ 0,21 \cdot 48 + 0,43 \cdot 15 + 0,39 \cdot 7 \\ 0,17 \cdot 48 - 0,2 \cdot 15 + 0,52 \cdot 7 \end{pmatrix} = (1/0,143) \begin{pmatrix} 28,21 \\ 19,26 \\ 8,8 \end{pmatrix}$$

Yalpi mahsulot vektori, ya'ni yechimlar quyidagi qiymatlarni qabul qiladi.

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 197,3 \\ 134,7 \\ 61,5 \end{pmatrix} \text{ yoki } \begin{pmatrix} X_1=197,3 \\ X_2=134,7 \\ X_3=61,5 \end{pmatrix}$$

Bu o'zgaruvchilarning qiymatlari sohaning yalpi mahsulotlarini 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:

$$Y = \begin{pmatrix} 0,8-0,4 & 0,5 \\ -0,3 & 0,8-0,3 \\ -0,1-0,3 & 0,6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 197,3 \\ 134,7 \\ 61,5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,8 \cdot 197,3 - 0,4 \cdot 134,7 - 0,5 \cdot 61,5 \\ -0,3 \cdot 197,3 + 0,8 \cdot 134,7 - 0,3 \cdot 61,5 \\ -0,1 \cdot 197,3 - 0,3 \cdot 134,7 + 0,6 \cdot 61,5 \end{pmatrix}$$

Tayyor mahsulotlar hajmlarini ( $Y_1, Y_2, Y_3$ ) hisoblanishini talabalarga havola etamiz.

## 26.3 Mustakil ishlash uchun masalalar

1. To'g'ri xarajatlar koeffitsientlari  $d_{ij} = X_{ij} / X_i$  aniqlansin, quyidagi uch soha uchun boshlang'ich qiymatlar berilgan:

jadval 26.1

| 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 koeffitsientlari  $d_{ij} = X_{ij} / X_i$  aniqlansin, quyidagi uch soha uchun boshlang'ich qiymatlar berilgan:

jadval 26.2

| 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 koeffitsientlari  $d_{ij} = X_{ij} / X_i$  aniqlansin, quyidagi uch soha uchun boshlang'ich qiymatlar berilgan:

jadval 26.3

| 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 ( $\alpha_{ij}$ ) koeffitsientlarning qiymatlariga ko'ra sohalararo balansining tovar mahsulotlari aniqlansin.

jadval 26.4

| Sohalar | Sohalarning to'g'ri xarajat koeff-i. |     |     | Tayyor (tovar) 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 ( $\alpha_{ij}$ ) koeffitsientlarining balansining tovar mahsulotlari qiymatlariga ko'ra sohalar aniqlansin.

jadval 26.5

| Sohalar | Sohalarning to'g'ri xarajat<br>koeffitienti |     |     | 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 ( $\alpha_y$ ) koeffitientlarining qiymatlariga ko'ra sohalararo balansining tovar mahsulotlari aniqlansin.

jadval 26.6

| Sohalar | Sohalarning to'g'ri xarajat<br>koeffitienti |     |     | 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                                |

11. To'g'ri xarajatlar koeffitientlari asosida, to'liq xarajatlar koeffitientlari hisoblansin.

jadval 26.7

| Sohalar | Sohalarning to'g'ri xarajat<br>koeffitienti |     |     |
|---------|---------------------------------------------|-----|-----|
|         | 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 koeffitientlari asosida, to'liq xarajatlar koeffitientlari hisoblansin.

jadval 26.8

| Sohalar | Sohalarning to'g'ri xarajat<br>koeffitienti |     |     |
|---------|---------------------------------------------|-----|-----|
|         | 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 maxsulot, tayyor maxsulot, to'g'ri va to'liq xarajatlar, algebraik to'ldiruvchi, teskari matritsa, yalpi mahsulot vektori.

### Xulosa

Sohalararo balans tenglamalar sistemasini tuzishdan maqsad milliy iqtisodiyotimizning sohalarini 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 koeffitsienti nima?
2. To'liq xarajatlar koeffitsientlari ( $d_{ij} = x_{ij} / x_i$ ) matritca ko'rinishida yozing.
3. Yalpi mahsulot (X) qanday model orqali ifodalanadi?
4. Birlik matritca qanday ifodalaydi?
5. Teskari matritca qanday hisoblanadi?
6. Tayyor mahsulot  $U = (E - A) X$  nimadan bog'liq?

## §27. KORXONALARNI JOYLASHTIRISHNING MOHIYATI VA MODEL

- 27.1. Korxonalarni joylashtirishining 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, engil sanoati korxonalarini ratsional ravishda joylashtirish hamma davrda aktual, muhim va murakkab iqtisodiy problema hisoblanadi. Bu sohalarini rivojlanishi uchun har yili ko'p mablag'lar ajratiladi. Shuni nazarga olgan holda, bu mablag'larni effektiv va ratsional foydalanishi xo'jalik 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 joylashida xatoliklarga sabab bo'ladi, bunday masalalar xususan katta ahamiyatga ega bozor iqtisodiyoti sharoitida. Dar haqiqat, firmalar, kichik ishlab chiqarish korxonalarini harakat qiladilar 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 korxonalarni bankrotligiga sabab bo'ladi.

Umuman mahsulot ishlab chiqarish korxonalarni joylashtirish masalasi o'zining murakkabligini saqlab qoladi, agar matematik usullarni ham qo'llanilsa. Mahsulot ishlab chiqarilishi korxonalari masalasini yechishda ochiq transport masalasining modelini va taqsimot algoritmlarini qo'llashganda ham, aniq optimal yechingga 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 chiqishni talab etadi, lekin bu bog'lashlarning hammasi ham matematik tenglamalar bilan ifodalab bo'lmaydi.

Joylashtirish masalasining asosiy qiyinchiligi shundakim, ko'p faktorlar uchun informatciyalarning etmasligi, to'liq bo'lmaganligi, dinamik sharoitga mos bo'lgani, ko'pgirrali bog'lanishga ega bo'lgani uchun, masalani soddalashtirib keyin esa, Chiziqli dasturlash usullarini qo'llab yechimni aniqlash mumkin bo'ladi.

Oziq – ovqat va engil sanoati korxonalarini joylashtirish uchun avval hamina tomonlama xilma – xil faktorlarni va sharoitlarni sonli va sifatli analiz qilishga to'g'ri keladi, chunki ular korxonalarni joylashtirish va effektiv taraqqiyotiga ta'sir etadi. Sinchiklab texnikaviy – iqtisodiy analiz natijasida.

asosida iqtisodiy – matematik model tuzish uchun dastlabki ma'lumotlarni aniqlash kerak :

Oziq – ovqat va engil sanoat mahsulotlariga shu territoriya kesimida talab borligi

Joylashtirish rejasiga kiritish uchun, amaldagi mahsulot ishlab chiqaruvchi oziq-ovqat va engil sanoat korxonalarni rekonstrukciya qilish, quvvatini oshirish ;

Taxmin qiladigan rayonlar va yangi oziq – ovqat va engil sanoat korxonalarni joylashtirish punktlarini aniqlash;

Har xil quvvatlarga ega bo'lgan, variantlar bo'yicha ishlab chiqilgan tipik proektlar mavjud bo'lishi kerak;

Taxminan xarajat qilinadigan mablag'ni aniq qiymatini belgilash ;

Mahsulotlarini birligining tannaxlari, korxonalarning ishlab chiqarish variantlar bo'yicha tipik proektlar asosida quvvatini aniqlanishi (bir sutkadagi ishlab chiqarish quvvati).

Mahsulot birligi uchun sarflanadigan umumiy xarajatlar aniqlangan bulishi kerak.

Joylashtirish punktlarni aniqlashda xom-ashyolar manbasini, tayyor mahsulotlarga talab va mahsulotlarni iste'molchilarga etkazib berish uchun transport xarajatlari aniqlangan bo'lishi kerak.

Shunday sharoitlarni nazarga olgan holda mahsulot ishlab chiqarish korxonalarni qayerda joylashtirish, qaysi bir korxonaning quvvatini qanchaga oshirish va qurish kerakkim, umumiy xarajatlar mahsulot ishlab chiqarish va iste'molchilarga etkazib berishga, eng kichik qiymatga ega bo'lishi kerak.

Ishlab chiqarish korxonalarni joylashtirish va rayonini tanlashi quyidagi ikki asosiy shartdan bog'liq : xom-ashyolar bazasining mavjudligi va ishlab chiqarilgan mahsulotlarga talab.

Albatta ishlab chiqarishni korxonalarning xom-ashyo bazasiga yaqin, tez buziladigan mahsulotlarni xom-ashyolarga boy bo'lgan punktlarga joylashtirish kerak. Bunday sohalar shakar, spirt, kraxmal, poliz mahsulotlarni quritish, yog'moy, vino ishlab chiqarish va boshqalar hisoblandi.

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 xom-ashyo 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.

Korxonaning optimal joylashtirishning iqtisodiy – matematik modelini tuzishini non zavodining oddiy misol 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 birta 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 punktida joylashtirishi kerak:  $P_1$  punktida  $a^4$  va  $a^3$ ,  $P_2$  punktida  $a^5$  va  $a^4$ ,  $P_3$  punktida  $a^3$  va  $a^2$ .

Bir sutkada  $M_1, M_2, M_3, M_4$  punktlarda non mahsulotlarga talablar teng:  $M_1-b_1, M_2-b_2, M_3-b_3, M_4-b_4$ .

Bir tonna non mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun korxonaning xarajatlari mos ravishda mos ishlab chiqarish quvvatiga ko'ra 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 etkazib berish uchun transport xarajatlarning o'lchamlari  $S_{ij}$  - ga teng deb hisoblangan.

Iqtisodiy - matematik model tuzish uchun boshlang'ich informatciyalar quyidagi A jadvalda berilgan:

Jadval A.

| Joylashtirish punktlari | Sutkada ishlab chiqarish quvvati | Mahsulot birligining tannarxi | Iste'molchilar punktlari va talablari |          |          |          |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|
|                         |                                  |                               | $M_1$                                 | $M_2$    | $M_3$    | $M_4$    |
|                         |                                  |                               | $b_1$                                 | $b_2$    | $b_3$    | $b_4$    |
| $P_1$                   | $a^4$                            | $S_1^4$                       | $C_{12}$                              | $C_{12}$ | $C_{13}$ | $C_{14}$ |
|                         | $a^3$                            | $S_1^3$                       | $C_{11}$                              | $C_{12}$ | $C_{13}$ | $C_{14}$ |
| $P_2$                   | $a^5$                            | $S_2^5$                       | $C_{21}$                              | $C_{22}$ | $C_{23}$ | $C_{24}$ |
|                         | $a^4$                            | $S_2^4$                       | $C_{21}$                              | $C_{22}$ | $C_{23}$ | $C_{24}$ |
| $P_3$                   | $a^3$                            | $S_3^3$                       | $C_{31}$                              | $C_{32}$ | $C_{33}$ | $C_{34}$ |
|                         | $a^2$                            | $S_3^2$                       | $C_{31}$                              | $C_{32}$ | $C_{33}$ | $C_{34}$ |

Izlanayotgan o'zgaruvchi deb  $X_{ij}^k$  ni qabul qilamiz, bu o'zgaruvchi  $i$  - punktdan  $j$  - punktga  $k$  variant bo'yicha etkazib beradigan mahsulot hajmini ifodalaydi.

Har bir joylashtirish punktida faqat bir variant quvvatga ega bo'lgan korxonani joylashtirish kerak, bu shartni  $y_i^k$  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

$u_i^k = 1$ , agar uning qiymati nolga (0) teng bo'lsa, shu variant joylashtirishi rejasiga kirmaydi.

### 27.3. Joylashtirish rejasining modeli

1. Har bir punktida faqat bir variant ishlab chiqarish quvvatga ega bo'lgan korxonaning joylashtirish, quyidagi cheklanishlar sistemasi orqali ifodalanadi.

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^k y_i^k &\leq 1, \text{ bunda } y_i^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} & (k=1,2) \\ \sum_{i=1}^k y_i^k &\leq 1, \text{ bunda } y_i^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} & (k=1,2) \\ \sum_{i=1}^k y_i^k &\leq 1, \text{ bunda } y_i^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} & (k=1,2) \end{aligned} \right\} \quad (4,1)$$

Har bir punktlarga etkazib 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 zavodining etkazib beradigan mahsulotining yig'indisi, uning tanlangan variantining ishlab chiqarish quvvatidan oshmaslik sharti o'rinli.

$$\left. \begin{aligned} X_{11}^1 + X_{12}^1 + X_{13}^1 + X_{14}^1 &\leq a^1 y_1^1 \\ X_{11}^2 + X_{12}^2 + X_{13}^2 + X_{14}^2 &\leq a^1 y_1^2 \\ X_{21}^1 + X_{22}^1 + X_{23}^1 + X_{24}^1 &\leq a^2 y_2^1 \\ X_{21}^2 + X_{22}^2 + X_{23}^2 + X_{24}^2 &\leq a^2 y_2^2 \\ X_{31}^1 + X_{32}^1 + X_{33}^1 + X_{34}^1 &\leq a^3 y_3^1 \\ X_{31}^2 + X_{32}^2 + X_{33}^2 + X_{34}^2 &\leq a^3 y_3^2 \end{aligned} \right\} \quad (4,3)$$

Etkazib beradigan mahsulotlarning musbatlik sharti o'rinli qiyidagicha ifodalanadi :

$$X_{ij}^k \geq 0 \quad (4,4)$$

Korxonalarining joylashtirish masalasini yechishdan asosiy maqsad bu umumiy xarajatlarning yig'indisi eng kichik qiymatga teng bo'lishi kerak :

$$F(x) = \sum_{i=1}^j \sum_{j=1}^k \sum_{k=1}^p X_{ij}^k (S_{ij}^k + C_{ij}) \rightarrow \min \quad (4,5)$$

#### 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 etkazib berishi uchun sarflanadigan xarajatlari.

$S_{ij}^k$  – 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 birta aniq ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan korxonani joylashtirish mumkinligi o'rinni :

$$\sum_{i=1}^j y_i^k \leq 1; y_i^k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad i=1, m; \quad k=1, 2 \quad (4,6)$$

Har bir punktda etkazib 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 :

$$\sum_{j=1}^n X_{ij}^k \leq \sum a_i y_i^k, \quad (i=\overline{1, m}) \quad (4,8)$$

Etkazib beradigan mahsulotlarning musbatlik sharti o'rinni :

$$X_{ij}^k \geq 0 \quad (4,9)$$

Maqsad funktsiyaning 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 cheklanishlar 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 aktual, muhim va murakkab iqtisodiy problema bo'lib kelgan oziq-ovqat va engil sanoati va umuman ishlab chiqarish korxonalarni joylashtirish masalalari hisoblanadi. Bu sohalarini rivojlanishi uchun har yili ko'p miqdorda mablag'lar ajratiladi. Mablag'larni effektiv va ratsional foydalanishi 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. Korxonalarning joylashtirilishining mohiyatini ifodalang.
2. Korxonalarni joylashtirishda asosan nimalarga ahamiyat beriladi?
3. Mahsulotlari tez buziladigan sohalarini ifodalang.
4. Non zavodining iqtisodiy-matematik modelini tuzish uchun boshlang'ich qiymatlar bo'lib nimalarni nazarga tutish kerak?
5. Etkazib beradigan mahsulot ( $X_{ij}$ ) hajmi nega kiritiladi?
6. Korxonalarni joylashtirishning iqtisodiy-matematik modeli necha cheklanishlar sistemasidan iborat?
7. Iqtisodiy matematik modelini 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 joylashtirishini rejalashtirish.

### 28.2. Korxonalarni joylashtirishining boshlang'ich qiymatlari.

### 28.3. Korxonalarni ishlab chiqarish quvvatlarini hisoblash.

#### 28.1. Korxonalarni joylashtirishini rejalashtirish.

Hisoblashda simvolik belgilarning o'miga sonli qiymatlardan foydalanamiz. Bu boshlang'ich qiymatlar 28.1. jadvalda berilgan.

Matritcaning elementlarini hisoblashda 1 tonna mahsulotlarga sarf qilingan xarajatlarga transport xarajatlari qo'shamiz, asosiy boshlang'ich informatciya 28.1. jadvalda keltirilgan. Bir qaraganda joylashtirish masalasining 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 bajarishiga olib keladi. Echimning murakkabligi nimada? Faraz qilaylik, masalani yechishda hamma ishlab chiqarish quvvatlarini birgalikda foydalanilsin, ya'ni bir hisoblashda. Avval boshlang'ich reja tuzildi, keyin esa bu rejani yaxshilab boriladi, taqsimot algoritmini qo'llab 28.1 jadvaldagi joylashtirish masalasining rejasi hosil qilinadi, ya'ni ishlab chiqarish quvvatlarini variantlar bo'yicha iste'molchilarga berkitiladi.

#### 28.2. Korxonalarni joylashtirishining boshlang'ich qiymatlari.

Korxonalarni joylashtirishni rejalashtirish

Jadval 28.1.

| Joylashtirish punktlari | Korxonalarni bir sutkada ishlab chiqarish quvvati | Mahsulot birligining tannarxi | Iste'molchilar punktlari va talablari |            |            |            |
|-------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------|------------|------------|
|                         |                                                   |                               | $M_1$                                 | $M_2$      | $M_3$      | $M_4$      |
|                         |                                                   |                               | $B_1=30$                              | $b_1=40$   | $b_3=25$   | $b_4=20$   |
| $P_1$                   | $a_1^1=30$                                        | $S_1^1=120$                   | $C_{11}=3$                            | $C_{12}=2$ | $C_{13}=3$ | $C_{14}=6$ |
|                         | $a_1^2=45$                                        | $S_1^2=110$                   | $C_{11}=3$                            | $C_{12}=2$ | $C_{13}=3$ | $C_{14}=6$ |
| $P_2$                   | $a_2^1=20$                                        | $S_2^1=130$                   | $C_{21}=1$                            | $C_{22}=3$ | $C_{23}=2$ | $C_{24}=4$ |
|                         | $a_2^2=30$                                        | $S_2^2=120$                   | $C_{21}=1$                            | $C_{22}=3$ | $C_{23}=2$ | $C_{24}=4$ |
| $P_3$                   | $a_3^1=45$                                        | $S_3^1=110$                   | $C_{31}=4$                            | $C_{32}=5$ | $C_{33}=4$ | $C_{34}=5$ |
|                         | $a_3^2=65$                                        | $S_3^2=100$                   | $C_{31}=4$                            | $C_{32}=5$ | $C_{33}=4$ | $C_{34}=5$ |

Masalaning shartini nazarga olgan xolda avval rejaga eng katta quvvatga ega bo'lgan korxonalari tanlab taksimlab bajaramiz.

Jadval 28.2.

| Joylashtirish punktlari | Variantlar | 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                                   |          | 123      | 126           | 30 0      |
|                         | 2          | 45                    | 113                                   | 40       | 5 113    | 116           |           |
| $P_2$                   | 1          | 20                    | 131                                   |          | 133      | 134           | 20 0      |
|                         | 2          | 30                    | 121                                   |          | 122      | 124           | 30 0      |
| $P_3$                   | 1          | 45                    | 114                                   |          | 115      | 5 115         | 40 0      |
|                         | 2          | 65                    | 30 104                                |          | 105      | 20 104 15 105 |           |

Tuzilgan bu optimal rejani – amaliyotda qo'llab bo'lmaydi. Rejadan ma'lumki,  $M_4$  iste'molchining talabini qondirish mumkin. Agar  $P_3$  joylashtirish punktida birta 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 birtadan ishlab chiqarish quvvati variantini nazarga olgan holda, matritsasiga hisoblashlar bajarilsa, joylashtirish masalasini yechishda bunday yondoshish qiyinchiliklarga olib keladi va bu qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun katta hajmda hisoblashlarni, hamda analitik amallarni bajarish kerak. Masalaning 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 quvvatga ega bo'lgan variantdan joylashtirishning boshlang'ich rejasi tuziladi. Biron taqsimot usuli yordamida boshlang'ich reja optimallikka tekshiriladi va ishlab chiqarish quvvatlariga qayta taqsimot bajarib optimal reja tuziladi. Joylashtirish rejasini analiz qilib, ishlab chiqarish korxonalarning quvvatlari haqiqiy va faktiv iste'molchilar orasida qanday tarqatilganini aniqlash mumkin. Boshlang'ich optimal rejada shunday qatorlar bo'lishi mumkinki ishlab chiqarish quvvatlar faqat real iste'molchilar orasida tarqatilgan, ishlab chiqarish quvvatlar bir vaqtda haqiqiy va faktiv iste'molchilar orasida tarqatilishi mumkin, ishlab chiqarish quvvatlar faqat fiktiv iste'molchilarga berkitilgan. Bizning masalada (jadval 28.3) birinchi va uchunchi qatorlarda

ishlab chiqarish quvvatlar haqiqiy iste'molchilar orasida tarqatilgan, ikkinchi qatorni esa haqiqiy va fiktiv iste'molchilar orasida tarqatilgan.

3. Ishlab chiqarish quvvatini iste'molchilar orasida tarqatishni davom beramiz. Buning uchun shunday joylashtirish punktlarida variantlarni tanlaymizkim, ular haqiqiy va fiktiv iste'molchilar orasida qanday tarqatilgan va umumiy xarajatlar o'zgarishi analiz qilinadi.

### 28.3. Korxonalarni ishlab chiqarish quvvatlarini hisoblash.

Korxonalarni ishlab chiqarish quvvati variantlari orqali tanlash

Jadval 28.3.

| 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 <sup>113</sup>                                   | 40 <sup>112</sup> | 113               | 116               | 0  |
| P2=30                                                             | 2                                   | 5 <sup>121</sup>                                   | 123               | 122               | 124               | 25 |
| P3=65                                                             | 2                                   | 20 <sup>104</sup>                                  | 105               | 25 <sup>104</sup> | 20 <sup>105</sup> | 0  |

Jadval 28.4.

| 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 <sup>113</sup>                                | 40 <sup>112</sup> | 113               | 116               | 0  |
| P2=30                                                    | 2                                   | 25 <sup>123</sup>                               | 123               | 122               | 124               | 5  |
| P3=45                                                    | 1                                   | 0 <sup>114</sup>                                | 105               | 25 <sup>114</sup> | 20 <sup>115</sup> | 0  |

Jadval 28.5.

| Joylashtirish punktlari va sutkada korxonalar quvvatlari | Variantlar ishlab chiqarish quvvati | Iste'molchilar va ularning talablari T, sutkada |                   |                   |                   | F5 |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----|
|                                                          |                                     | $b_1=30$                                        | $b_2=40$          | $b_3=25$          | $b_4=20$          | -  |
| P1=30                                                    | 1                                   | 123                                             | 30 <sup>122</sup> | 123               | 126               | 0  |
| P2=20                                                    | 1                                   | 20 <sup>131</sup>                               | 133               | 132               | 134               | 0  |
| P3=65                                                    | 2                                   | 10 <sup>104</sup>                               | 10 <sup>105</sup> | 25 <sup>104</sup> | 20 <sup>105</sup> | 0  |

$$F = 13070 \text{ ming so'm}$$

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 (Jadval 28.4) 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 quvvatini 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 funktsiyani nazarga olgan, holda solishtirish asosida, uning eng yaxshisi tanlanadi.

5. Taqsimot usullarini qo'llab, joylashtirish masalasi uchun rejalar ishlab chiqarish quvvatlar tanlangan variantlarga ko'ra hisoblanadi. Masalan 28.4. jadvalda birinchi usulda ishlab chiqarish quvvatini tarqatishi keltirilgan.

Optimal rejani maqsad funktsiyasi 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 funktsiyasi quyidagicha hisoblanadi. (jadval 28.5).

$$F(x) = 30 \cdot 122 + 20 \cdot 131 + 10 \cdot 104 + 10 \cdot 105 + 25 \cdot 104 + 20 \cdot 105 = 13070 \text{ ming so'm.}$$

6. Variantlar bo'yicha hisoblangan joylashtirish rejalarini solishtiriladi va ulardan eng effektiv bo'lgani tanlanadi. Shunday qilib tuzilgan rejalarini solishtirib, xulosa qilish mumkinki, ikkinchi reja (jadval 28.5.) eng optimal reja ekan, unda umumiy ishlab chiqarish xarajatlari va transport xarajatlari oz, hamda har bir punktda birtadan loyixa 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 funkciya hisoblanadi, yangi rejalarni 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 CHIQRISH QUVVATLARNI YUKLASHINI REJALASHTIRISH.**

### **§ 29. ISHLAB CHIQRISH MAHSULOTLARNI TAQSIMOT MASALASI.**

**29.1. Ishlab chiqarish mahsulotlarni taqsimotining mohiyati.**

**29.2. Jihozlarni yuklashini optimal rejasining boshlang'ich qiymatlari.**

**29.3. Jihozlarni yuklashini optimal rejasining modeli.**

#### **29.1. Ishlab chiqarish mahsulotlarni taqsimotining mohiyati.**

Ishlab chiqarish korxonalarining muhim texnik iqtisodiy va operativ rejalashtirish masalasi, bu mahsulot ishlab chiqarish masalasi. Korxonani rejalashtirish, bu ishlab chiqarish mahsulotni alohida tceklar, konveyerlar, mashinalar va mashinalar gruppasi, ishchilar guruhlarlari orasida tarqatib chiqish hisoblanadi.

Korxonalarni va ishlab chiqarish korxonalarini bo'linmalarini tanlashi, mahsulotlarni assortimen (turlar) bo'yicha ishlab chiqarish uchun maxsuslashganini, texnologik va tashkiliy texnik sharoitlar asosida tanlanadi.

Mahsulot ishlab chiqarishni korxonalar va bo'linmalar orasida berkitishni amaliy qo'llanishi bu rejani mexanik eyilmasidir. Oziq-ovqat sanoati va engil sanoatlar orasida bunday yondoshish har doim o'rinlidir. Mahsulot ishlab chiqarish rejasi korxonaning loyixa bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish quvvatiga asoslangan. Korxonaning iqtisodiy ko'rsatkichlari ba'zi hollarda nazarga olinmaydi. Bunday tarzda ishlab chiqarish programmasini rejalashtirishi iqtisodiy tomondan yaxshi iqtisodiy natijalarga olib kelmaydi.

Hosil qilinadigan reja bo'yicha topshiriqlarni 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, xom-ashyolar, materiallar va energetik resurslarning xarajatlari va hokazolar bo'lishi mumkin. Tanlangan optimal mezon bo'yicha (iqtisodiy ma'noga ko'ra) ishlab chiqaradigan mahsulotlarni tarqatish uchun Chiziqli programmashtirish usullarni qo'llab hisoblash mumkin.

Korxonaning bo'linmalari uchun mahsulot ishlab chiqarish masalasining yechimi aniq yoki takribiylik taqsimot usullarni qo'llab hosil qilinadi.

Ishlab chiqarish masalalari o'zining mazmuniga ko'ra taqsimot masalalaridan farq qiladi, bo'nga misol bo'lib, ishlab chiqarish mashinalarni yuklash masalasining iqtisodiy – matematik modeli bo'la oladi.

#### **29.2. Jihozlarni yuklashini optimal rejasining boshlang'ich qiymatlari.**

Jihozlarni yuklash masalasining matematik tasviri printcipial 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 novli undan tayyorlangan non; massasi 1 kg bo'lgan II novli bug'doy undan tayyorlangan non; massasi 0,8 kg bo'lgan I nov 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 rejasini 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.

Jadval 29.1.

| Tandirlar sistemasi | Non novlari, 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  $M_2$  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 ko'yilgan bo'lsa, ya'ni non mahsulotlarini ishlab chiqarishdagi xarajatlar, ishlab chiqarish xarajatlari, bunda unning puli, un va boshqa xarajatlar nazarga olinmagan holda (jadval 29.2.).

Jadval 29.2.

| Tandirlar sistemasi | Non novlari, 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 yuklashini optimal rejasining modeli.

Iqtisodiy - matematik model tuzish uchun  $X_{ij}$  orqali  $i$  - tandir sistemasini  $j$  novdagi non mahsulotini ishlab chiqarish uchun sarflanadigan sutkalar sonini belgilaymiz.

Har bir tandir bir oyda cheklangan sutkaga teng bo'lgan ish fondiga ega, bu fondni qisman, yoki butunlay foydalanish mumkin, ya'ni 30 sutkagacha foydalanishi mumkin, lekin  $P_4$  tandirining bir oyda ishlash fondi 26 sutka (ko'nga) teng va hokazo.

Bunday boshlang'ich qiymatlarni nazarga olgan holda, qatorlar bo'yicha quyidagi cheklanishlar sistemasi o'rinni :

$$\left. \begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} &\leq 30 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} &\leq 30 \\ X_{31} + X_{33} + X_{34} &\leq 30 \\ X_{41} + X_{43} + X_{44} &\leq 26 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Agar  $P_1$  tandir  $M_1$  novdagi non ishlab chiqarilsa  $X_{11}$  sutkada, ya'ni bu vaqtda hammasi bo'lib  $13X_{11}$  tonna non ishlab chiqaradi, shunday usulda boshqa tandirlarning ham non ishlab chiqarilishini aniqlashimiz mumkin.  $P_1$  tandir  $M_2$  novli nondan  $12X_{12}$  t.,  $P_3$  tandir esa,  $M_4$  non novidan -  $16X_{34}$  t. va hokazo. Masalaning shartiga ko'ra har non novlariga talablar aniqlangan. Non kombinati esa, qancha nonga talab bo'lsa, shuncha non pishirib iste'molchilarga etkazib berishi kerak. Bunday shart, shunday tengliklar bilan ifodalanadi, har bir nonning turi bo'yicha ishlab chiqarishi tandirlar sistemasi bo'yicha o'sha non novlarga 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 funktsiya, ya'ni bir oylik non ishlab chiqarish rejasini bajarish uchun umumiy ishlab chiqarish xarajatlarni 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'rinli:

$$\sum_{i=1}^4 X_{ij} \leq a_i, \quad i=1,4 \quad (4)$$

bunda  $a_i$ -i tandir sistemasini bir oylik non ishlab chiqarish vaqt fondini ifodalaydi. Nonga talabni aniqlashda o'tkazuvchi  $\lambda_{ij}$  koefitsient kiritiladi; bu koefitsient bir sutkada ishlab chiqaradigan i tandir sistemasini ifodalaydi. Masalan  $\lambda_{34}$   $P_3$  tandir ish quvvatini  $M_4$  novli non ishlab chiqarishini ifodalaydi:

$$\sum_{i=1}^4 \lambda_{ij} X_{ij} = b_j, \quad j=1,4 \quad (5)$$

Agar  $S_{ij}$  orqali ishlab chiqarish xarajatlarini I-tandirning 1t j-nov nonni pishirishida belgilasak, u holda umumiy xarajatlar quyidagicha hisoblanadi, bu qiymat eng kichik songa teng bo'lishi kerak:  $F(x) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 C_{ij} * \lambda_{ij} * X_{ij} \rightarrow \min$

(6)

Hamma o'zgaruvchilar  $X_{ij}$  hamda o'tkazuvchi koefitsientlar  $\lambda_{ij}$  musbat qiymatlarga teng bo'lish sharti o'rinli :

$$X_{ij} \geq 0, \quad \lambda_{ij} \geq 0 \quad (7)$$

Shunday qilib ishlab chiqarish korxonalari jihozlarini 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  $i=1,2,\dots,m$ ,  $j=1,2,\dots,n$ , gacha o'zgaradi.

### Tayanch iboralar

Operativ rejalashtirish, mahsulotlar ishlab chiqarishni tarqatish, assortiment, berkitish, me'zon, ish fondi, tandirlar quvvatlari, IMM, minimum masala.

### Xulosa

Ishlab chiqarish quvvatlarini yuklash bu ishlab chiqaradigan mahsulotlarni alohida to'xlar, 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 echiladi.

### Takrorlash uchun savollar:

1. Ishlab chiqarish mahsulotlarini taqsimotining mohiyati
2. Jihozlarni yuklash masalasini taqsimot masalasidan farqini ifodalang.
3. Jihozlarni yuklash masalasining mezonini ifodalang.
4. Jihozlarni yuklash masalasida boshlang'ich qiymatlarni ifodalang.
5. Jihozlarni yuklash masalasida noma'lumlar ( $X_j$ ) nimani belgilaydi?
6. Jihozlarni yuklash masalasi necha cheklanishlar sistemasidan iborat?
7. Jihozlarni yuklash masalasida o'zgaruvchilarning musbatlik shartini iqtisodiy ma'nosini ifodalang.
8. Masalada maqsad funktsiya qanday ekstremal qiymatga ega?

| Ma'lumotlar | Ishlab chiqarish mahsulotlarini taqsimotining mohiyati |       |       |       | Ishlab chiqarish mahsulotlarini taqsimotining mohiyati |       |
|-------------|--------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------------------------------|-------|
|             | $X_1$                                                  | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$                                                  | $X_6$ |
| $X_1$       | 1.0                                                    | 0.5   | 0.2   | 0.1   | 0.0                                                    | 0.0   |
| $X_2$       | 0.5                                                    | 1.0   | 0.3   | 0.2   | 0.0                                                    | 0.0   |
| $X_3$       | 0.2                                                    | 0.3   | 1.0   | 0.4   | 0.0                                                    | 0.0   |
| $X_4$       | 0.1                                                    | 0.2   | 0.4   | 1.0   | 0.0                                                    | 0.0   |
| $X_5$       | 0.0                                                    | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.0                                                    | 0.0   |
| $X_6$       | 0.0                                                    | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0                                                    | 1.0   |

## §30. ISHLAB CHIQARISH JIHOZLARINI YUKLASH REJASINING MODELINI HISOBLASH.

30.1. Informatciyalarni dastlab tayyorlash.

30.2. Xarajatlarni qayta hisoblash.

30.3. Optimal rejani tuzish usuli.

### 30.1. Informatciyalarni dastlab tayyorlash.

Ma'lumki qanday ishlab chiqarish korxonasi bo'lmasin, yangi texnologiyalarni qo'llab ishlab chiqarish jihozlardan foydalanadi.

Jihozlarni yuklashni hisoblash uchun boshlang'ich informatciyalardan foydalanamiz. Masalani yechishdan asosiy maqsad, non mahsulotlarni tandirlar sistemasi orasida bo'lishni shunday bajarish kerakki, tandirlarni ishlab chiqarish quvvatlaridan to'liq foydalanib bo'lsa. 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 tonnalarida, 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 jadval 1da – tandirlarning ishlab chiqarish quvvati va jadval 2 – mahsulot ishlab chiqarish xarajatlari keltirilgan.

Jadval 1

| Tandirlar sistemasi va ularning ish fondi (sutka) |    | Non novlari va talablar, tonna |       |       |       | Indeksar |
|---------------------------------------------------|----|--------------------------------|-------|-------|-------|----------|
|                                                   |    | $M_1$                          | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ |          |
|                                                   |    | 520                            | 525   | 408   | 352   |          |
| $P_1$                                             | 30 | 11,7                           | 13,5  | 10,8  | 9,9   | 0,9      |
| $P_2$                                             | 30 | 13,0                           | 15,0  | 12,0  | 11,0  | 1        |
| $P_3$                                             | 30 | 15,6                           | -     | 14,4  | 13,2  | 1,2      |
| $P_4$                                             | 26 | 26,0                           | -     | 24,0  | 22,0  | 2        |

Mahsulotlarning birligini ishlab chiqarishi uchun sarflangan xarajatlar  $S_{ij}$  jadval 2-da berilgan.

Jadval 2

| Tandirlar<br>sistemesi | Non novlari (sortlar), xarajatlar |                |                |                |
|------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | M <sub>1</sub>                    | M <sub>2</sub> | M <sub>3</sub> | M <sub>4</sub> |
| P <sub>1</sub>         | 13                                | 12             | 14             | 13             |
| P <sub>2</sub>         | 12                                | 11             | 13             | 15             |
| P <sub>3</sub>         | 14                                | -              | 15             | 16             |
| P <sub>4</sub>         | 11                                | -              | 14             | 14             |

Jadval - 1 ni qiymatlarini nazarga olgan holda, tandirlarni ishlab chiqarish quvvatlarini solishtirib, standart tandirni tanlaymiz. Standart tandir uchun P<sub>2</sub> tandirni tanlaymiz. Qolgan tandirlar sistemasi quvvatini P<sub>2</sub> tandirning quvvatiga bo'lib, tandirlarni indekslarini P<sub>2</sub> ga nisbatan aniqlaymiz. Tandirlarning indekslari jadval - 1 ning oxirgi ustunida ifodalangan (0,9; 1; 1,2; 2) Standart P<sub>2</sub> tandirning indeksi birga teng deb hisoblanadi. Hamma berilgan jadval 1-da, jadval -2-dagi boshlang'ich qiymatlarni P<sub>2</sub> standart tandir indeksini (K<sub>2</sub><sup>1</sup>) nazarga olgan holda, dastlab qayta P<sub>2</sub> 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<sub>ij</sub> matritcasini standart tandirning λ<sub>2</sub> ishlab chiqarish vektoriga ko'paytiramiz, ya'ni

$$\Pi_j \cdot M_{ij} =$$

|                |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|
| P <sub>2</sub> | 13.0 | 15.0 | 12.0 | 11.0 |
|----------------|------|------|------|------|

| M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>3</sub> | M <sub>4</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 13             | 12             | 14             | 13             |
| 12             | 11             | 13             | 15             |
| 14             | -              | 15             | 26             |
| 11             | -              | 14             | 14             |

Vektorning natijaciga ko'paytmasi qoidasi asosida hosil qilamiz.  
Standart tandirga nisbatan xarajatlar quyidagi ko'rinishda ifodalanadi.

Jadval 3

| $M_1$               | $M_2$               | $M_3$               | $M_4$               |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $13 \cdot 13 = 169$ | $12 \cdot 15 = 180$ | $14 \cdot 12 = 168$ | $13 \cdot 11 = 143$ |
| $12 \cdot 13 = 156$ | $11 \cdot 15 = 165$ | $13 \cdot 13 = 156$ | $15 \cdot 11 = 165$ |
| $14 \cdot 13 = 182$ | -                   | $15 \cdot 12 = 180$ | $26 \cdot 11 = 286$ |
| $11 \cdot 13 = 143$ | -                   | $14 \cdot 12 = 168$ | $14 \cdot 11 = 154$ |

II Tandirlar sistemalarining bir oylik ish kunlarini standart tandir birligiga nisbatan o'lchaymiz.

Standart tandirga nisbatan bir oylik tandir – sutka fondi.

Jadval 4

| Tandirlar sistemi | Bir oylik ish fondi | Indekslar | 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 novlarga talab bo'lgan qiymatlarning ham standart tandir-ko'nga talab qancha bo'lganini aniqlaymiz. Buning uchun non novlariga talab bo'lgan 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:

Jadval 5

| Non novlari | 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 mumkin ki,  $145-141=4$  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-chi jadvallarni birlashtirib boshlang'ich qiymatlarni standart-tandirga nisbatan boshlang'ich qiymatlarni taqsimot jadvalini tuzamiz.

| Tandirlar<br>sistemesi, bir<br>oylik tandir-<br>sutka fondi |    | Non novlari 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 kushimchabajarish mumkin. Fiktiv ustunda esa ma'lumki xarajatlar qiymatlari nolga (0) teng deb qabul qilinadi. Jadvalda yana standart-tandirga nisbatan ehtiyojlar va talablar keltirilgan, ish-sutka 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 o'rinamiz. Taqsimotni bajarish uchun ustunlar bo'yicha eng kichik elementlar usulini qo'llaymiz, agar boshlang'ich qiymatlar 7-chi jadvalda berilgan bo'lsa.

Jadval 7

| Tandirlar<br>sistemesi va<br>tandir-sutka<br>fondi |    | Non novlari va standart-tandir ish sutkasiga bo'lgan talablar |            |              |            |            | $U_i$<br>yo'llar<br>bo'yicha<br>potencia<br>llar |
|----------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------|------------|--------------|------------|------------|--------------------------------------------------|
|                                                    |    | $M_1=40$                                                      | $M_2=35$   | $M_3=34$     | $M_4=32$   | 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>165 | 156<br>153   | 165<br>128 | -33<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    | 154<br>143 | 0<br>-33   | $U_4=0$                                          |
| $V_j$ ustun<br>potenciallari                       |    | $V_1=143$                                                     | $V_2=180$  | $V_3=168$    | $V_4=143$  | $V_5=-33$  |                                                  |

Boshlang'ich rejaning maqsad funkciyasini hisoblaymiz.

$$F_0(x) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 C_{ij} X_{ij} = 180 \cdot 5 + 168 \cdot 22 + 165 \cdot 30 + 176 \cdot 32 + 0 \cdot 4 + 154 \cdot 12 = 22914 \text{ million}$$

so'm.

Boshlang'ich rejani optimal darajagacha etkazamiz. buning uchun optimallashtirishning potential usulini qo'llaymiz. Ma'lumki, potential 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.

Yopik zanjir tuzish uchun birta to'ldirilgan katak etmaydi, buning uchun aynish katakni aniqlash kerak. Aynish katak  $P_1M_4$  hisoblanadi, bu katakda 0\* bilan to'ldiriladi.

A) Optimallashtirishni potential usulini qo'llaymiz. Birinchi qatorning potentialini  $U_1=0$  teng deb qabul qilamiz, bu potential orqali  $M_2, M_3, M_4$  ustun potentiallarini 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  $U_1$  potentialligi «0» ga teng deb ustun potentiallarini hisoblaymiz.

$$V_2=180-0=180, \quad V_3=168-0=168, \quad V_4=143-0=143$$

Ustunlarning potentiallaridan foydalanib,  $U_3$ ,  $U_4$  yo'l potentiallarini aniqlaymiz:  $U_3=33$ ,  $U_4=0$  va hokazo.

B) Yo'llar va ustunlar bo'yicha potentiallarning 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 xarakteristikalami  $-S_{ij}$  hisoblaymiz. Xarakteristika bu masalada xarajatlar va potentiallar yig'indisi  $-m_{ij}$  oralaridagi ayirmalar hisoblanadi.

$$S_{ij} = C_{ij} - m_{ij}$$

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 yopik to'g'ri burchakli zanjir tuzamiz,  $P_1M_4$  katak esa, aynish katak. Bu qiymatlarni zanjirda joylashtiramiz (rasm 1).

|          |    |     |          |
|----------|----|-----|----------|
| $P_1M_3$ | 22 | +0* | $P_1M_4$ |
| $P_3M_3$ | +0 | -32 | $P_3M_4$ |

Rasm 1

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:  
 $P_1M_3 \rightarrow P_3M_3$

B) Qayta taqsimotni shunday bajarish kerakki yo'llar va ustunlar bo'yicha, qayta taqsimotlar yig'indilari o'zgarmasin (rasm 2)

|          |    |    |          |
|----------|----|----|----------|
| $P_1M_3$ | 0  | 22 | $P_1M_4$ |
| $P_3M_3$ | 22 | 10 | $P_3M_4$ |

Rasm 2

E) Qayta taqsimotning yopik zanjir bo'yicha qiymatini jadvalga kiritib, yangi reja tuzamiz (jadval 8).

Jadval 8

| Tandirlar sistemasi va tandir-sutka fondi |    | Non novlari va standart-tandir ish sutkasiga bo'lgan talablar |          |          |          |       | $U_i$ yo'llar bo'yicha potentc |
|-------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|-------|--------------------------------|
|                                           |    | $M_1=40$                                                      | $M_2=35$ | $M_3=34$ | $M_4=32$ | $F=4$ |                                |
| $P_1$                                     | 27 | 169                                                           | 180      | 168      | 143      | 0     | 0                              |
|                                           |    | 122                                                           | 5        | 147      | 22       | -33   |                                |
| $P_2$                                     | 30 | 156                                                           | 165      | 156      | 165      | 0     | -15                            |
|                                           |    | 107                                                           | 30       | 132      | 128      | -48   |                                |
| $P_3$                                     | 36 | 172                                                           | -        | 180      | 176      | 0     | 33                             |
|                                           |    | 155                                                           |          | 22       | 10       | 4     |                                |
| $P_4$                                     | 52 | 143                                                           | -        | 168      | 154      | 0     | 21                             |
|                                           |    | 40                                                            |          | 12       | (-10)    | -12   |                                |
| V <sub>j</sub> ustun potentciali          |    | 122                                                           | 180      | 147      | 143      | -33   |                                |

Maqsad funkcteyaning qiymatini hisoblaymiz:

$$F_c(x) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 C_{ij} X_{ij} = 22452 \text{ mln. so'm}$$

Maqsad funkcteyaning boshlang'ich reja maqsad funkcteyasi 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  $F_0(x)$  funkcteyadan maqsad  $F_1(x)$  funkcteya 452 pul birligiga kamaygan, bu esa rejani optimal qiymatga yaqin bo'layotganini ifodalaydi.

Hosil qilingan yangi rejaga yana (jadval 8) potentsiallarni va xarakteristikalarini hisoblaymiz, faqat birta  $P_4M_4$  katakda xarakteristika manfiy qiymatga ega ekan. (Jadval 8)

Shu  $P_4M_4$  katak uchun yopiq to'g'ri burchakli zanjir tuzib, qayta taqsimot bajaramiz.

|          |                                                     |          |
|----------|-----------------------------------------------------|----------|
| $P_3M_3$ | $\begin{matrix} +22 & -10 \\ -12 & +0 \end{matrix}$ | $P_3M_4$ |
| $P_4M_3$ |                                                     | $P_4M_4$ |

Rasm 3

|          |                                                 |          |
|----------|-------------------------------------------------|----------|
| $P_3M_3$ | $\begin{matrix} 0 & 22 \\ 22 & 10 \end{matrix}$ | $P_3M_4$ |
| $P_4M_3$ |                                                 | $P_4M_4$ |

Rasm 4

Qayta taqsimotni (Rasm 4) jadvalga kiritib yangi reja tuzamiz (Jadval 9).

Jadval 9

| Tandirlar sistemasi     |    | Non novlari |           |           |           |           | $U_i$ yo'llar bo'yicha potents |
|-------------------------|----|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|
|                         |    | $M_1=40$    | $M_2=35$  | $M_3=34$  | $M_4=32$  | $F=4$     |                                |
| $P_1$                   | 27 | 169         | 180       | 168       | 143       | 0         | $U_1=0$                        |
|                         |    | 132         | 5         | 147       | 22        | -33       |                                |
| $P_2$                   | 30 | 156         | 165       | 156       | 165       | 0         | $U_2=-15$                      |
|                         |    | 122         | 30        | 132       | 128       | -48       |                                |
| $P_3$                   | 36 | 172         | -         | 180       | 176       | 0         | $U_3=23$                       |
|                         |    | 165         |           | 22        | 10        | 4         |                                |
| $P_4$                   | 52 | 143         | -         | 168       | 154       | 0         | $U_4=11$                       |
|                         |    | 40          |           | 12        | 164       | -22       |                                |
| $V_j$ ustun potentsiali |    | $V_1=132$   | $V_2=180$ | $V_3=157$ | $V_4=143$ | $V_5=-33$ |                                |

Hosil qilingan bu rejada (Jadval 9) yana Yuqoridagidek amallarni bajarib, xarakteristikalar hisoblanadi. Hamma xarakteristikalar musbat qiymatga ega, shuning uchun reja (Jadval 9) optimal reja bo'ladi.

Maqsad funktsiyani qiymatini optimal rejada hisoblaymiz:

$$F_1(x) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 C_{ij} X_{ij} = 22392 \text{ Funktsiyaning ortirmasini aniqlaymiz}$$

$$\Delta F = F_1(x) - F_2(x) = 22452 - 22392 = 60 \text{ mln. so'm}$$

Oxirgi bosqichda reja yana 60 mln. so'mga o'zgardi, optimal qiymatga yaqinlashgan. Shunday qilib, standart tandirning sutka-ishiga nisbatan optimal reja tuzildi, chunki xamma xarakteristikalar  $S_{ij} \geq 0$

Umuman reja  $462+60=522$  mln.so'mga yaxshilandi, bu esa umumiy xarajatlarni 2,3%-ni hosil qiladi.

V) 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 jadval - 10 da keltirilgan.

Jadval 10

| Non novlari    | Tandirli sistemasi | Optimal standart tand.-sutka | Indekslar. standart tandirga nisbatan | Fektiv tandir-sutkalar soni, $a:i=v$ | Sutkada ish.chiq. non, T s | Rejalashgan non, T. $b c=d$ | Nonga talab T. |
|----------------|--------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------|
| M <sub>1</sub> | P <sub>4</sub>     | 40                           | 2.0                                   | 20                                   | 26,0                       | 520                         | 520            |
| M <sub>2</sub> | P <sub>1</sub>     | 5                            | 0,9                                   | 5,56                                 | 13,5                       | 75                          | 525            |
|                | P <sub>2</sub>     | 30                           | 1                                     | 30                                   | 15,0                       | 450                         |                |
| M <sub>3</sub> | P <sub>3</sub>     | 32                           | 1,2                                   | 26,67                                | 14,4                       | 384                         | 408            |
|                | P <sub>4</sub>     | 2                            | 2                                     | 1,0                                  | 24,0                       | 24                          |                |
| M <sub>4</sub> | P <sub>1</sub>     | 22                           | 0,9                                   | 24,44                                | 9,9                        | 242                         | 352            |
|                | P <sub>4</sub>     | 10                           | 20                                    | 5                                    | 22,0                       | 110                         |                |
| F              | P <sub>3</sub>     | 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. (Jadval 11)

Jadval 11.

| 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 natijalarning tahlili.

Tandirlar sistemalarini yuklash masalasini hisoblashi, operativ-ishlab chiqarishni rejalashtirishning muhim hujjati hisoblanadi. Jadval 11 - ning tahlili shuni ko'rsatadiki, non mahsulotlarga talabni bir oyda tandirlar sistemasi ishlaganda qanoatlaniradi, hamda qo'shimcha yana P<sub>3</sub> tandir sistemasiga  $30-26,67=3,33$ ish kuni foydalanmasdan qoladi. Agar P<sub>4</sub> tandir sistemasini haftada to'xtovsiz yakshanba kunini nazarga olgan holda ishlatilsa, yana qo'shimcha 4 ish ko'nga foydalanish mumkin. Shunday qilib, potentsial usulini qo'llab, non kombinatining tandirlar sistemasini yuklash masalasining optimal yechimi aniqlandi.

### Tayanch iboralar

Yangi texnologiya, axborot texnologiya, taqsimot masalasi, tandirlar sistemasi, bixul birliklar, standart tandir, indeks, ochiq model, optimal reja, taqsimot usuli, xarakteristika.

## Xulosa

Jihozlarning yuklash masalasini yechishda boshlang'ich informatciyalarni 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 potentcial 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 bajarishi kerak?
12. Yo'llar va ustunlar bo'yicha potentciallar qanday hisoblanadi?
13. Optimal rejani tahlillay olasizmi?

## **IX BOB. O'YIN NAZARIYASI USULLARINI, IQTISOD, MOLIIYA VA BIZNESNI BOSHQARISHDA QO'LLASH.**

### **§ 31. O'yin nazariyasining masalalari iqtisodda**

#### **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 anali-yotida, 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 harakterga 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 echiladi. 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'lik holda tashkil topadi (iqtisodning umumiy holati, moliya sistemasi, valyutalar kursi, inflyatsiya darajasi, siyosiy krizislar va h.k.).

Moliya-iqtisodiy holatlarni sonli tahlil qilishda, o'rganishda, yechim asosida qaror qabul qilish, buning natijasi maxsus iqtisodiy – matematik metodlar bozorning noaniqlik holatlarida yechimlar tanlashni ta'minlaydi. Noaniqlik sharoitida qaror qabul qilish har doim xavfdan xolis emas. Xavf har doim hozir bo'ladi, masalan, xo'jalik operatsiyalarda (kommersantlik xavfi), korxonaning biror buyurtmani bajarishida (ishlab chiqarish xavfi), firmaning investorga moliyaviy majburiyatni bajarishida (kredit xavfi) aktsiyalarni sotib olishda qaror qabul qilish, yoki qimmatli qog'ozlarni, ya'ni investitsion moliyaviy papkasini to'zish (investitsion xavf) mamlag'larni bankga topshirish qarorini qabul qilish (moliyaviy xavf) va boshqalar. Moliya iktisod 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 xollarda (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 harakterlanadi:

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 harakatlarning mavjudligi (istemol 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 manfaatli (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 taxlil qilishda matematik modellashirishdan foydalaniladi, bunda muhim bo'lmagan faktorlarni konflikt holatlarda nazarga olinmaydi va uni o'tishini alohida qoidalar bilan Chegaralash kerak. Konflikt holatning matematik modeli – o'yin deyiladi. Matematik modellar yordamida konflikt holatlarning optimal yechimlarini aniqlaydigan amallarni taxlil qiladigan nazariyasidagi bo'limga – o'yin nazariyasi deyiladi. O'yinning matematik modellari nafaqat ijtimoiy-iqtisodiy sohaning konflikt holatlarida, yana insoniyatning tabiat bilan munosabatida, 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'lmashligi 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  $A_1, A_2, \dots, A_m$  (toza) strategiyalarga ega bo'lsa, bu strategiyalar to'plamini  $S_A$  bilan belgilaymiz (bunda S harfi clean toza, ingliz so'zining birinchi harfi) shunday qilib  $S_A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$  strategiyalar to'plamini ifodalaydi. Konflikt holatda har bir raqib o'zini yurishini tanlaydi, ya'ni o'zining strategiyasini qabul qiladi, 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:

$$S_A^c \times S_B^c = \{(A_i, B_j) : i=1, m, j=1, n\}$$

Raqiblar soni ikkitadan ko'p bo'lganda ham shu tushunchaga shunday izoh beriladi.

Raqib A ning manfaatini qondirish darajasi, yutuq funkceiyasi  $F_A$  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 yutuqi hisoblanadi. Sho'nga o'xshash B raqibning yutuq funkceiyasi  $F_B$ ,  $y \rightarrow R$  esa  $y = S_B^c \times S_A^c = \{(B_j, A_i) : j=1, n, i=1, m\}$ , holatda  $y = \{B_j, A_i\}$  va uning har birtasiga 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 strategiyani tanlanishi shunday printceplarga asoslangankim, raqiblar o'z maqsadlariga erishishga mantikli uylib strategiyalarni tanlaydilar. Shunday qilib, haqiqiy holatdagi o'yinlarga nisbatan o'yin nazariyasi abstrakt ravishda xatolardan, xato hisoblashdan va tavakkaldan o'zoq 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, loyihalar, konkurent firma, tavakkalchilik, xavf, xo'jalik operatciyalarda (kommersantlik xavfi), o'yin nazariyasi, yechimni tanlash, konflikt holatlar, tomonlar strategiyalari, optimal strategiya.

### Xulosa

Moliya – 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 operatciyalarda (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

nazariyasmi tashkil etadi. Shunday qilib, o'yin nazariyasining masalalari iqtisodiyotning noaniqlik sharoitida yechimni tanlash masalasi hisoblanadi.

Konflik holatning matematik modeli – o'yin deyiladi. Konflikt holatlar hamma sohalarda 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 hollarni asosiy belgilarini ifodalay olasizmi?
4. Konflikt holatlarning matematik modeliga nima deyiladi?
5. Manfaatdor tomonlar o'yimda kimlar hisoblanadi?
6. Toza strategiya nima?
7. Aralash strategiya nima?
8. Qanday o'yinga cheklangan o'yin deyiladi?
9. A va V tomonlarning yutuq funktsiyalarini 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 bu o'yinlar to'plami, ularning strategiyalari to'plami va ularning yutuq funktsiyalari to'plamiga deyiladi. Koalitsiyasiz o'yinga har bir raqib mumkin qadar shaxsan yutuqqa ega bo'lishga harakat qiladi. Agar juftlik o'yinda raqiblar qarama-karshi 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 funktsiya A tomon uchun:  $F_A$  bo'lsa,  $S_A^* \times S_B^* \rightarrow R$ , B tomon uchun esa  $F_B$  bo'lsa,  $S_B^* \times S_A^* \rightarrow R$  tomonlarning yutuq funktsiyalari quyidagi bog'lanishga ega:

$F_B(B_j, A_i) = -F_A(A_i, B_j)$ ,  $i=1,2,\dots-m$ ,  $j=1,2,\dots-n$ . (a), 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 B tomonning yutuq funktsiyasi to'lik A tomonning yutuq funktsiyasi orqali aniqlanadi, demak antagonistik o'yinda A va B raqiblar o'yinini  $\{S_A^*, S_B^*, F_A\}$  majmua orqali ifodalanishi mumkin. Bu majmuada  $S_A^*$  - to'plam A raqibning strategiyasi,  $S_B^*$  to'plam esa B raqibning strategiyasi, hamda  $F_A$  esa, A raqibning yutuq'ini ifodalaydi.

Antagonistik o'yinlar matematik modellashtrish tushinchasida ancha oddiy, shuning uchun ular yaxshi urganilgan 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  $F_A$  yutuqlar funktsiyalarini holat buyicha joylashtirsa, bu holda A matritsani hosil qilamiz, uni A tomonning yutuq matritsasi deyiladi. Shu tarika  $F_B(B_j, A_i) = b_{ji}$  bu B raqibning yutuq funktsiyasi  $\bar{B}$  yutuq matritsani hosil qilish mumkin. Tenglik A asosida  $B = -A^t$  (ya'ni, B matritsa transportlashgan  $A^t$  matritsaga teskari bo'ladi). Shunday qilib,  $\bar{B}$  matritsa  $\bar{A}$  matritsa orqali aniqlanadi, shuning uchun chekli antagonistik o'yin darhaqiqat bitta yutuq matritsasi orqali ifodalanadi. Shuni nazarga olgan holda, bunday o'yinga matritcali o'yin deyiladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki matritcali o'yin  $\{S_A^*, S_B^*, A\}$  to'plam orqali tuluq aniqlanadi. Antagonistik o'yinda, 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'rejagan). Bunday

holda bitta mamlakatning oltin zaxirasi ikkinchi mamlakat hisobidan oshadi. Yana antagonistik konfliktlarga misol qilib antagonistik 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 matritcalari  $\bar{A}$  va  $\bar{B}$  tenglik  $B = -A$  ni qanoatlantirmaydi, shuning uchun bunday o'yinni bimatritcali deyiladi. Shunday qilib, bimatritcali o'yinni  $\{S_A, S_B, A, B\}$  to'plam orqali ifodalanadi, bunda A raqibning strategiyalar to'plami  $S_A$ , B raqibning strategiyalari to'plami  $S_B$  hamda A va B raqiblarning yutuq matritcalari  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$  koalitsiyali o'yinlar esa bundan keyingi muxokamalarda, quyidagi pozitsiyalar asosida ko'riladi:

- optimallik printiplarini ishlab chiqishdan,
- bu printiplarni amalga oshirish (optimal situatsiyalarning mavjudligi),
- amalga oshirishning yo'llarini izlash.

### 32.2. Tomonlarning yutuq matritcalari.

Ikala A va B raqiblarning o'yinlarini ko'ramiz.

Tomon A m strategiya  $S_A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$  ga ega,

tomon B esa n strategiya  $S_B = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$  - ga ega bo'lsin.

Agar har bir A va B o'yinchilar aql - idrok bilan mos ravishda  $A_i, B_j$  strategiyalarni tanlasa, bu holda (xususiy strategiyalarda)  $(A_i, B_j)$  har doim A o'yinchining  $a_{ij}$  yutuq'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 yutuq'ini, ya'ni uning yutqazishi bo'ladi. Son  $a_{ij}$  bu A o'yinchining yutuq funktsiyasi 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.

Matritsa - A

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$    | $B_2$    | ... | $B_n$    |
|----------------------|----------|----------|-----|----------|
| $A_1$                | $a_{11}$ | $a_{12}$ | ... | $a_{1n}$ |
| $A_2$                | $a_{21}$ | $a_{22}$ | ... | $a_{2n}$ |
| ...                  | ...      | ...      | ... | ...      |
| $A_m$                | $a_{m1}$ | $a_{m2}$ | ... | $a_{mn}$ |

Matritsa  $\bar{A}$  bu A o'yinchining yutuq matritcasi hisoblanadi. Yutuq funktsiyasi  $F_B$  ning son qiymati B o'yinchi uchun  $b_j$  bilan belgilaymiz, ya'ni

$F_B(j,i) = F_B(B_j, A_i) = b_{ji}$ ,  $j=1, \bar{n}$ ,  $i=1, \bar{m}$ . O'yinchi B ning yutuq matritsasi quyidagi jadvalda ifodalangan:

|                      |          |          |     | Matritca-B |
|----------------------|----------|----------|-----|------------|
| $A_i \backslash B_j$ | $A_1$    | $A_2$    | ... | $A_n$      |
| $B_1$                | $b_{11}$ | $b_{12}$ | ... | $b_{1n}$   |
| $B_2$                | $b_{21}$ | $b_{22}$ | ... | $b_{2n}$   |
| ...                  | ...      | ...      | ... | ...        |
| $B_m$                | $b_{m1}$ | $b_{m2}$ | ... | $b_{mn}$   |

Agar o'yin antoganistik bo'lsa (ya'ni yutuq yigindilari nolga teng) bu holda  $F_A$ ,  $F_B$  yutuq funktsiyalari quyidagilarni qanoatlantiradi:

$$B_j = F_B(B_j, A_i) = -F_A(A_i, B_j) = -a_{ij}, \quad i=1, \bar{m}, j=1, \bar{n}.$$

Bu tenglik shuni ta'kidlaydiki, B o'yinchining  $\bar{B}$  yutuq matritsasi, A transponirlangan matritsaga karshi bo'ladi.

$$\bar{B} = -A^m$$

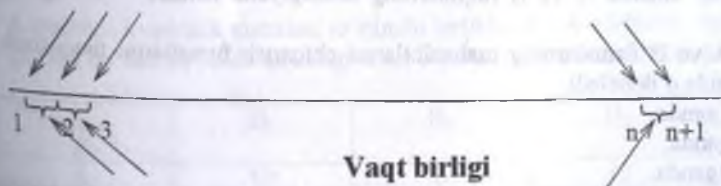
Shunday qilib, B matritsani A matritsadan to'liq hosil qilish mumkin.

Matritsa  $\bar{A}$  ni o'yin matritsasi deyiladi yoki to'lov matritsa. Matritsa  $\bar{A}$  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 funktsiyasining qiymatlariga bog'liq bo'lgan holda o'yin matritsasi  $\bar{A}$  tuziladi, bu matritsa jadval ko'rinishida, analitik, yoki co'z orqali ifodalanib berilishi mumkin. Antagonistik o'yin  $\{S_A^*, S_B^*, F_A\}$  to'plam ko'rinishida ifodalanadi, bu majmua tarkibida kuzatish mumkin bo'ladi agar  $S_A^*, S_B^*$  strategiyalar to'plamlarni tuzib qoidalarini shunday shakllantirish kerakki ular asosida konflikt rivojlanib yutuq funktsiya  $F_A$  ko'rinishni qabul kilsin.

### 32.3. Yutuq matritcalarni tuzishga misollar.

**Misol 32.1.** (antagonistik raqobat). Firma A mavso'mli tovar ishlabchiqaradi, bu tovarga talab n-birlik vaqt orasida bo'lib, firma tovarni bozorga biron I momentga chiqaradi ( $I=1, 2, 3, \dots, n$ )

Vaqt momenti (fursat)



Firma A bilan ko'rash uchun konkurent kontsernning 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 chikoradi. Firma B ning asosiy maksadi A firmani inqirozga keltirish, keyin esa D kontsernning kapitalidan foydalanib osongina yutqazganlarini qoplashdan iborat. Firma B-ning yagona qonuniy chorasi konkurent ko'rashda bu, mahsulotni bozorga kerakli lahzaga chiqarishdan iborat, chunki mahsulotni narxini pasaytirish kelishish asosida man etilgan. Firma A -ni B firma qashshoq kilishi uchun uning foydasini minimumlashtirishi kerak.

Mayli tovar ishlab chiqarish texnologiyasi shundaki, tovar korxonada qancha korxonada ko'p saqlansa, demak bozorga kech chiqariladi, shuncha sifati yuqori bo'ladi, lekin malumki har doim yuqori sifatli mahsulot sotiladi (chunki har xil sifatli tovarga narx bir xil).

Bir xil vaqtda mahsulotdan olmidigan foyda S pul birligiga teng.

Firma A ning yutish funkctiyasini tuzish talab etiladi, bunda yutish deb shu firmaning foydasi tushuniladi, bu esa usha vaqtdagi holatga bog'liq.

Yutuq funkctiyasidan foydalanib,  $n=4$  ga teng bo'lgan holatning o'yin matritcasini tuzish kerak, ya'ni matritcaning aniq ko'rinishini to'zish kerakkim, agar matritcada  $s=6$  ga teng bo'lgan pul birligi holatni nazarga olinsa.

**Misol 32.1.ning 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-karshi. Firma A harakat qiladi o'zining daromadini maksimumlashtirishga, B firma esa uni minimumlashtirishga harakat qiladi, shuning uchun bu nizo antagonistik hisoblanadi. Matematik modeli bo'lib, antagonistik o'yin xizmat qiladi, antagonistik o'yinchilar bo'lib, esa A va B firmalar hisoblanadi. O'z maksadiga erishish uchun firma A o'zining n strategiyasidan foydalaniladi, ya'ni o'z tovarini «n» vaqt oraligida bozorga chiqarilishini tanlashi kerak:

$S_A^* = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  bunda  $A_i$  strategiya bo'lib, i- vaqt oraligida o'zining mahsulotini bozorga chiqarishini ifodalaydi.

V firma esa o'shancha «n» strategiyaga ega:

$S_B^* = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$  bunda,  $B_j$  - strategiya bo'lib, j- vaqt oraligida 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 karaganda, 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 yukori 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 (sho'nga o'xshash  $B$  firma) qolgan  $(n-i+1)$  vaqt birligida foydani 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  $(n-i+1)c$  pul birligiga teng bo'ladi.

Shunday qilib,  $A$  o'yinchining yutuq funktsiyasi 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 matritcasini to'zimiz (matritsa  $\bar{A}$ ). Masalan,  $i=j=1$  bo'lganda  $a_{11}=s(n-i+1)/2=c(4-1+1)/2=c \cdot 4/2=2c$ ,

$a_{11}=2s$  -ga ekanligi aniqlandi.  $a_{11}$  elementning qiymatini hosil qilamiz.

Matritsa-A

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$       | $B_2$           | $B_3$       | $B_4$           |
|----------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| $A_1$                | $a_{11}=2s$ | $a_{12}=s$      | $a_{13}=2s$ | $a_{14}=3s$     |
| $A_2$                | $a_{21}=3s$ | $a_{22}=(3/2)s$ | $a_{23}=s$  | $a_{24}=2s$     |
| $A_3$                | $a_{31}=2s$ | $a_{32}=2s$     | $a_{33}=s$  | $a_{34}=s$      |
| $A_4$                | $a_{41}=s$  | $a_{42}=c$      | $a_{43}=s$  | $a_{44}=(1/2)s$ |

$A$  matritsa kvadratik matritsa, to'rtinchi tartibli,  $4 \times 4$  o'lchovli. Agar foyda  $s=6$  -ga teng bo'lsa, bu holda quyidagi sonli  $B$  yutuq matritcasini hosil qilamiz:

Matritsa-B

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| $A_1$                | 12    | 6     | 12    | 18    |
| $A_2$                | 18    | 9     | 6     | 12    |
| $A_3$                | 12    | 12    | 6     | 6     |

|       |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|
| $A_n$ | 6 | 6 | 6 | 3 |
|-------|---|---|---|---|

**Misol 32.2.** 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  $B$  savdo do'koniga keltirilgan mahsulot yukorirok sifatga ega.

1) Agar savdo do'koni  $A$  bazadan  $i$ - turdagi mahsulot keltirilsa, ( $i=1,2,\dots,n$ ), 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'konilarga 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 yukori sifatli  $B$  savdo do'konidan sotib olish mumkin, shuning uchun  $A$  savdo do'koni mahsulotlarni saqlashda, tashishda, buzilishidash zarar ko'radi, ya'ni  $i$ - turdagi mahsulotdan  $d_i$  pul birligida. Bunday konflikt holatni  $n=3$  ga teng bo'lganda ifodalab, o'yin matritcasini tuzing.

**Misol 32.2.ni yechish.**  $A$  va  $B$  o'yinchilar sifatida  $A$  va  $B$  savdo do'konilar mos ravishda qabul kilinadi. Foyda ko'rish maksadida  $A$  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  $B$  savdo do'koniga keltirilgan, lekin  $i$  mahsulotga talab bo'lgani uchun  $A$  o'yinchi  $a_{ij} = c_i$  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, ya'ni  $A$  o'yinchining yutugi  $a_{ij}$  teng bo'ladi:  $a_{ij} = -d_i$ .

Shunday qilib,  $A$  o'yinchining yutuq funkcteyasi quyidagi ko'rinishni ifodalaydi:

$$F_A(i, j) = \begin{cases} c_i, & i \neq j \text{ bo'lganda } i, j = \overline{1, n} \\ -d_i, & i = j \text{ ga bo'lganda} \end{cases}$$

O'yin matritcasi 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  $c_i, d_i, i=\overline{1,n}$  gacha o'zgarganda aniq son qiymatlarida aniq conli o'yin matritca hosil qilinadi.

### Tayanch iboralar

O'yin xarakteristikalar, antagonistik o'yin, koalitsiyasiz o'yin, merkantilizm teoriyasi, eksport, import, strategiyalar, yutuq matritcalar

### Xulosa

O'yin kaolitsiyali, kaolitsiyasiz va antagonistik o'yinlarga xarakteristikalariga ko'ra gruppalanadi. Antagonistik 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 merkantilizm teoriyasi orqali ifodalanadi (ya'ni eksport importdan katta bo'lgani sababli, mamlakatda ko'p miqdorda kumush va oltin to'rejagan). Bunday holda bitta mamlakatning oltin zahirasi ikkinchi mamlakat hisobidan oshadi. O'quvchilar esa o'yin guruhlari bilan tanishadilar, hamda bilimlarini masalalarni yechish bilan mustahkamlashadilar.

### Takrorlash uchun savollar.

1. Qanday o'yinga antoganistik o'yin deyiladi?
2. Nega chekli antoganistik o'yinga «matritcali o'yin» deyiladi?
3. Matritcali o'yin qanday to'plam orqali ifodalanadi?
4. Qanday o'yin bimatritcali o'yin deyiladi?
5. Yutuq funktsiyasining son qiymati qanday belgilanadi?
6. Antagonistik o'yinda yutuq yig'indilari nimaga teng bo'ladi?
7. Antagonistik o'yinga qanday tenglik o'rinli ( $\bar{B} = -A'$ )?
8. To'lov matritca A ma'lum bo'lsa, V to'lov matritcani tuzish mumkinmi?
9. Yutuq funktsiyasi qanday ko'rinishlarga berilishi mumkin?
10. Yutuq funktsiyasi analitik ko'rinishda berilishi mumkinmi?

### Mashqlar

**Mashq 32.1.** (tovarlarni etkazish) univernmag boshlig'i aniq turdagi tovarni keltirishga buyurtma beradi. Ma'lumki, bunday turdagi tovarga talab 6 tadan 9 birlik orasida bo'ladi. Agar berilgan buyurtma etmasa, darhol tezlik bilan buyurtma berib, etmaydigan tovarni keltirish mumkin. A talab univernmagdagi tovardan kam bo'lsa, ortib qolgan tovarni univernmag ombarida saqlashga topshiriladi. Talab etiladiki tovar kaysi hajmda buyurtma berilsa, omborda saqlash tezda keltirishdagi

xarajatlar minimumga 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

**Mashq.32.1.** «Tovar etkazish» masalasida o'yinchilar bir tomondan A univernmag 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 ob'ktiv haqiqat (B o'yinchi) xech qanday manfaatga talabgor emas.

Agar  $s=-2$  pul birligi (xarajat)  $s_2=-1$  pul birligiga teng bo'lsa (xarajat) to'lov matritsa elementlari uchun quyidagi analitik formula urinli:

$$F_A(i, j) = \begin{cases} (j-i) \cdot c_1, & i < j \text{ bo'lganda} \\ j-i=0 & i = j \text{ bo'lganda} \\ (i-j) \cdot c_1, & i > j \text{ bo'lganda} \end{cases}$$

To'lov matritsa elementlarini hisoblash uchun analitik formuladan foydalanib hosil qilamiz.

Matritsa  $\bar{A}$

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| $A_1$                | 0     | -2    | -4    | -6    |
| $A_2$                | -1    | 0     | -2    | -4    |
| $A_3$                | -2    | -1    | 0     | -2    |
| $A_4$                | -3    | -2    | -1    | 0     |

Masalan,  $\bar{A}$  matritsaning  $a_{34}$  elementni hisoblash 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  $\bar{A}$  -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 minimaks strategiyalar.

Shunday  $m \times n$  o'lchovli matritsali o'yinni ko'rib chiqamizki, unda  $A$  va  $B$  raqiblar o'zlarining

$$S_A^C = \{A_1, A_2, \dots, A_m\} \text{ va } S_B^C = \{B_1, B_2, \dots, B_m\} \quad (33.1)$$

aniq strategiyalari bilan o'yinga qatnashsinlar.

Ma'lumki,  $A$  o'yinchining  $F(i, j)$  yutuq funkctiyasining 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 tomon  $A$  maksimum yutuqqa erishsa,  $B$  tomon esa, minimum yutqazishga erishadi

$A$  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 tanlashidan bog'liq

Faraz qilaylik,  $A$  o'yinchining hatti-harakati sog'lom o'ylov asosida bo'lib,  $B$  o'yinchi o'zining eng yaxshi o'ymini o'zini o'ylov bo'yicha o'tkazadi,  $A$  o'yinchi  $A_i$  strategiyani tanlashganda  $B$  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  $\alpha$  orqali belgilaymiz:

$$\alpha = \max a_i \quad (33.3)$$

yoki, Yuqoridagi tenglik asosida

$$\alpha = \max \min a_i \quad (33.4)$$

$$j \leq i \leq m \quad i \leq j \leq n$$

Tomon  $A$ -ning effektiv strategiyasi tanlashni (33.3), (33.4) maksimin printcipi deyiladi,  $a$  yutuqqa esa maksimin deyiladi. Tomon  $A$ -ning maksimin strategiyalarning to'plamini  $S_A^{C \max \min}$  orqali belgilaymiz.

Maksimin  $\alpha$ -ga mos strategiya  $A_{i_0}$ ,  $i_0$ -nomerda  $a$ , effektivlik ko'rsatkichni maksimallashtiradigan, ya'ni.

$$\alpha = a_{i_0} \quad (33.5)$$

Tomon  $A$ -ning 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.

$$a_{i_0, j} \geq \min a_{i_0, j} = a_{i_0} = \alpha \quad (33.6)$$

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  $\alpha$  dan kichik bo'lmaydi.

Shuning uchun (33.3) formula asosida aniqlangan  $\alpha$  songa o'yinning narxining ostki narxi, sof strategiyalarga deyiladi.

Xuddi shunday amallar bilan, lekin teskari ravishda, avval ustunlar bo'yicha  $a_{ij}$  maksimumni, keyin esa minimumni tanlab hosil qilamiz

$$(\max a_{ij} = \beta, \min \beta_i = \beta)$$

$$\beta = \min \max a_{ij} \quad (33.7)$$

$$i \leq j < n \quad j \leq i \leq m$$

Noeffektivlik ko'rsatkich deb  $\beta$  tomoning tanlangan strategiya  $\beta_i$ -ning eng kichik qiymatiga aytiladi.

Mezon (33.7) bu  $B$  o'yinchining tanlangan effektiv strategiyasi minimaks printcipi deyiladi, yutuq  $\beta$  esa minimaks hisoblanadi.

Strategiya  $B_{j_0}$ -da

$$\beta = \beta_{j_0} \quad (33.8)$$

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:

$$A_{K_0} \leq \max a_{j0} = \beta_{j0} = \beta$$

Ya'ni, B o'yinchi uzining minimaksli nazariyasini nazarga olgan holda, A tomon qanday strategiyani qabul qilmasa ham, minimaks  $\beta$  dan katta songa yutuq qazmaydi. O'yin narxlarining ostki va yuqori qiymatlarini aniqlash uchun yutuq matritcasini o'lchamlarini effektivlik ko'rsatkich  $\alpha$ , ga  $(n+1)$  ustun qo'shib, ya'ni A o'yinchining  $A_i$  strategiyalari; hamda  $\beta$ , noeffektivlik ko'rsatkichi  $B_i$  strategiya. B o'yinchi uchun, bu holda quyidagi matritcani hosil qilamiz (Jadval 33.1):

Jadval 33.1

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$     | $B_2$     | - | $B_n$         | $d_i$      |
|----------------------|-----------|-----------|---|---------------|------------|
| $A_1$                | $a_{11}$  | $a_{12}$  | - | $\alpha_{1n}$ | $\alpha_1$ |
| $A_2$                | $a_{21}$  | $a_{22}$  | - | $\alpha_{2n}$ | $\alpha_2$ |
| -                    | -         | -         | - | -             | -          |
| $A_m$                | $a_{m1}$  | $A_{m2}$  | - | $\alpha_{mn}$ | $\alpha_m$ |
| $B_j$                | $\beta_1$ | $\beta_2$ | - | $\beta_n$     | $\beta$    |
|                      |           |           |   |               | $\alpha$   |

bu (33.8) matritcaning elementlari uchun quyidagi tengsizlik o'rinli:

$$a_i \leq a_{ij} \leq \beta_i \quad (33.9)$$

Bundan o'yinning quyi narxi uning yuqori narxidan katta emas, sof strategiyalarini nazarga olinsa,

$$\alpha = \beta \quad (33.10)$$

hosil qilinadi.

**Misol 33.1.** O'yinning quyi va yuqori narxi aniqlansin, hamda A o'yinning maksimum strategiyasi va B o'yinchi uchun minimaks strategiyasini qo'llasak, quyidagi to'lov matritcani hosil qilamiz (jadval 33.2):

Jadval 33.2

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$        | $B_2$        | $B_3$        |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| $A_1$                | $a_{11}=c_1$ | $a_{12}=c_1$ | $a_{13}=c_1$ |
| $A_2$                | $a_{21}=c_2$ | $a_{22}=d_2$ | $a_{23}=c_2$ |
| $A_3$                | $a_{31}=c_3$ | $a_{32}=c_2$ | $a_{33}=d_3$ |

Agar  $d_1=-3$ ,  $d_2=d_3=-2$ ,  $c_1=c_3=4$ ,  $C_2=1$  pul birligiga teng bo'lsa, sonli to'lovni hisoblash mumkin.

**misol 33.1. ning vechimi.** Bu pul birliklarini (33.11) matritsaga qo'yib, sonli to'lov matritsani hosil qilamiz, o'nga maksimumni A o'yinchi uchun va minimumni B o'yinchi uchun qo'llasak quyidagi matritsani hosil qilamiz (jadval 33.3).

Jadval 33.3

|           | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $\alpha_i$ |
|-----------|-------|-------|-------|------------|
| $A_1$     | -3    | 4     | 4     | -3         |
| $A_2$     | 1     | -2    | 1     | -2         |
| $A_3$     | 4     | 4     | -2    | -2         |
| $\beta_j$ | 4     | 4     | 4     | -2         |

Matritsadan ma'lumki, o'yinning quyi narxi  $\alpha=-2$ , yuqori narxi  $\beta=4$  ga teng. Shunday qilib  $\alpha=-2=a_2=a_3$ , bundan A o'yinchining  $A_2, A_3$  strategiyalari maksimal.  $S_A^{C_{max min}}=(A_2, A_3)$ , shunga o'xshash  $\beta=4$ . tenglikdan  $\beta=4=\beta_2=\beta_3$  mak xulosa qiladikim V o'yinchining  $B_1, B_2, B_3$  strategiyalari minimakslidir, ya'ni  $S_B^{C_{min max}}=(B_1, B_2, B_3)$

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 bo'lgani uchun 4 pul birligidan ko'p yutqazishi mumkin emas.

A o'yinchi o'zining maksimum strategiyasidan voz kechsa, ya'ni  $A_1$  qabul qilsa, B tomon  $B_1$  strategiyani qabul qiladi va  $(A_1, B_1)$  strategiyani qabul qiladi, bunda A o'yinchi 3 pul birligi yutqazadi, bu kafolatlagan 2 pul holatni yutqazilgandan ko'p, maksimum strategiyadagi holatda birlik yutqazilganidan ko'p, maksimum strategiyadagi holatda.

### Tayanch iboralar

Maksimum va minimaks strategiyalar, o'yin matritsasi, yutuqlar, mantiqiy o'ylov, o'yinning yuqri va quyi narxi, sof strategiyalar.

### Xulosa

O'yin matritcasidan 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  $\alpha$ , qiymati bo'lsin. Tomon A ning effektiv strategiyasini tanlashi maksimum printcipi deyiladi. Agar o'yinda maksimum va minimaks 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. Strategiyani tanlashda A o'yinchining maqsadi nima?
3. A o'yinchining qanday yutug'i effektivlik koeffitsienti deyiladi?
4. Nega maksimum  $\alpha$ -ni o'yinning quyi narxi hisoblanadi?
5. Strategiyani tanlashda B o'yinchining maqsadi nima?
6. A o'yinchining qanday yutug'i  $B$ , strategiyaning koeffitsienti hisoblanadi?
7. Minimaks optimallashtirish printcipi nimada, va uning natijasida hosil qilingan yutuqqa nima deyiladi? ( $B$ ).
8. Nega minimaks  $\beta$  ning qiymatini o'yinning yuqori narxi deyiladi?
9. Nega xar doim  $\alpha \leq \beta$  tengsizlik o'rinli?

### 33.1. Mashqlar

Masha 33.1. O'yinning yuqori va quyi narxlarini aniqlang, ya'ni A o'yinchining maksimum strategiyalarda va B o'yinchining minimaks strategiyalarda quyidagi mashqlar shartlarini nazarga olgan holda:

a) mashq 32.3

b) mashq 32.4.

Masha 33.2. O'yinning quyi va yuqori narxlarini quyidagi masalalar sharti asosida aniqlang:

a) mashq 32.1.

b) mashq 32.2.

Masha 33.3. Mashq 32.5 ning shartidan foydalanib A o'yinchining maksimum strategiyalarini, hamda o'yinning yuqori va quyi narxlarini aniqlang.

Mashq 33.4 (konkurentli bozor) Tadbirkor ikki xil tovarga ega bo'lib uni bozorda sotishga harakat qiladi, bunday tovarlarni konkurent tomon ham sotilishi mumkin. Tadbirkorga konkurenti qaysi tovarlarini bozorga chiqarib sotilishi no'malum. Konkurentga ham tadbirkor qaysi tovarlarini bozorga chiqarib sotilishi noma'lum. 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 birta 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 tadbirkorni yutuqi deb qabul kilsak, ular quyidagi o'yin matritcasini hosil qiladi (jadval A):

Jadval A

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ |
|----------------------|-------|-------|
| $A_1$                | 0,2   | 0,8   |
| $A_2$                | 0,7   | 0,3   |

O'yinning quyi va yuqori narxini aniqlang, A o'yinchining maksimum strategiyasi bilan, B o'yinchining minimum strategiyasi aniqlansin.

Mashq 33.5. A bank B hissadorlik jamiyatning aktsiyalarini sotib olishga intiladi. Xaridni foydali qilish uchun bank sotuvchiga aktsiyaning 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 qiymatni jalb qilingan mablag'ga nisbat qabul qilinsin va to'lov matritca quyida ko'rinishda berilgan bo'lsa (jadval B):

Jadval B

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ |
|----------------------|-------|-------|
| $A_1$                | 0,6   | 1,0   |
| $A_2$                | 1,0   | 0,5   |

O'yinning quyi narxi  $\alpha$ -ni aniqlang, bank qaysi strategiyani tanlasankim uning yutug'i  $\alpha$  dan kam bo'lmasin

**Javoblar va ko'rsatmalar**

- 33.1 a)  $\alpha=\beta=T$ , maksimin strategiya -  $A_1$ , minimaks strategiya -  $B_1$ ;  
 b)  $\alpha=0$ , maksimin strategiyalar -  $A_1, A_2$ ;  
 $\beta$ , minimaks strategiyalar -  $B_3, B_4$ .
- 33.2 a)  $\alpha=-2$  b)  $\beta=20$
- 33.3  $\alpha=\beta=3000$  shartli pul birligi,  $A_2$ -maksimin strategiya.
- 33.4  $\alpha=0.3$ ;  $\beta=0.7$ ; maksimin strategiya -  $A_2$ ; minimaks strategiya -  $B_1$ .
- 33.5  $\alpha=0.6$ ; maksimin strategiya -  $A_1$ .

| $\beta$    | $\beta_1$  | $\beta_2$  | $\beta_3$  | $\beta_4$  |
|------------|------------|------------|------------|------------|
| $\alpha$   | $\alpha_1$ | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ |
| $\alpha_1$ | 1          | 2          | 3          | 4          |
| $\alpha_2$ | 2          | 1          | 4          | 3          |
| $\alpha_3$ | 3          | 4          | 1          | 2          |
| $\alpha_4$ | 4          | 3          | 2          | 1          |

| $\beta$    | $\beta_1$  | $\beta_2$  | $\beta_3$  | $\beta_4$  |
|------------|------------|------------|------------|------------|
| $\alpha$   | $\alpha_1$ | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ | $\alpha_4$ |
| $\alpha_1$ | 1          | 2          | 3          | 4          |
| $\alpha_2$ | 2          | 1          | 4          | 3          |
| $\alpha_3$ | 3          | 4          | 1          | 2          |
| $\alpha_4$ | 4          | 3          | 2          | 1          |

### §34. EGAR NUQTAGA EGA BO'LGAN O'YIN ECHIMI

#### 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 matritcasini tahlil qilamiz (jadval 34.1).

Jadval 34.1

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $\alpha_i$ |
|----------------------|-------|-------|-------|------------|
| $A_1$                | -3    | 4     | 4     | -3         |
| $A_2$                | 1     | -2    | 1     | -2         |
| $A_3$                | 4     | 4     | -2    | -2         |
| $\beta_j$            | 4     | 4     | 4     | $\beta_j$  |

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  $A_3$  strategiyalarini 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        | $B_3$                | $-a_{33} - (-2) = 2$ |
| 3        | $B_1$                | $-a_{11} - (-3) = 3$ |
| -        | -                    | -                    |

Jadvallardan ma'lumki A va B o'yinchilarning birinchi yurishlaridan keyin  $(A_2, B_2)$  holat oraga keladi, bu holat B o'yinchi uchun qulay hisoblanadi, chunki u yutuqqa erishadi, «yutuqi» -  $a_{22}=2$ ga teng lekin bu A o'yinchining 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 oraga keladi va hokazo...

Holatlarni almashtirishi 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'rinni emas, buni quyidagi misolda ko'ramiz.

Misol 34.1. 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 holatlashida, A kompaniyaning vazifasi esa B kompaniyani muzokaralarini yo'qqa chiqarib, investitsiyalashda B kompaniyani o'rinni 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 bermiqchi.

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  $A_1, A_2$  so'f 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, birta loyihani olishga majbur, A o'yinchi esa ikkita harakatidan faqat bittasini tanlaydi.

O'yinchi A ning yutug'i sifatida (yoki B o'yinchining yutqazgani) B kompaniyaning muzokaralarini inkor qiladigan ehtimollari ko'riladi.

A o'yinchi harakat qiladi o'zining strategiyalari bilan yutug'ini maksimallashtirishga, B o'yinchi esa minimallashtirishga.

O'yin matritsasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi (jadval 34.2).

Jadval 34.2

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $\alpha_i$ |
|----------------------|-------|-------|-------|------------|
| $A_1$                | 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   | $\beta_j$  |

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 jadval 34.2). 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'paytirib bilmaydilar.

Bu o'yinda ( $A_2, B_3$ ) holat barqaror hisoblanadi, ya'ni narxlarining quyi va yuqori qiymatlari mos ravishda teng:

$$\alpha = \beta = 0,4$$

Xulosa qilish mumkinki, shunday o'yinlar mavjudki, ularning quyi va yuqori narxlari teng, ya'ni  $\alpha = \beta$ , 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 B o'yinchilar  $A_{i0}$  va  $B_{j0}$  bunda  $i_0 \in (1, \dots, m)$ ,  $j_0 \in (1, \dots, n)$  strategiyalarni tanlaganlarida  $(A_{i0}, B_{j0})$  holat qoniqarli (qabul qiladigan, qabul qilish mumkin) A o'yinchi uchun, agar

$$a_{ij} \leq a_{i0, j_0}, \text{ bunda } i = 1, \dots, m \quad (34.1)$$

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 B-ning  $B_{j_0}$  strategiyasi noeffektiv  $\beta_{j_0}$  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  $\beta_j = \max_{i=1, \dots, m} a_{ij}$

tengsizlikdan, ya'ni  $\beta_{j_0}$  strategiyaning noeffektiv ko'rsatkichidan hosil qilamiz:

$$a_{i_0, j_0} = \max_{i=1, \dots, m} a_{ij_0} = \beta_{j_0} \\ j = 1, \dots, m$$

Ya'ni tenglik (34.3) o'rinli ekanligi isbotlanadi.

Teskari, faraz qilaylik (34.3) tenglik o'rinli, bu holda, yana  $\beta_j = \max_{i=1, \dots, m} a_{ij}$  tenglikdan  $j = j_0$  bo'lganda  $j = 1, \dots, m$  hosil qilamiz.

$$a_{j_0} \leq \max_{i=1, \dots, m} a_{ij_0} = \beta_{j_0} = a_{i_0, j_0}$$

Ya'ni (33.1) tengsizligi isbotlandi.

B o'yinchining qoniqarli holatini kriteriyasi o'rinli bo'ladi. A o'yinchining qoniqarli holatlarini aniqlash uchun, matritsani har bir  $B_{j_0}$  ( $j = 1, \dots, n$ ) ustunida eng katta  $\beta_{j_0}$  element aniqlanadi, ya'ni noeffektiv ko'rsatkich B tomon uchun ( $\beta_{j_0}$ ) ularning soni m dan ko'p bo'lmaydi,  $A_{i_0}$  qatorni nazarga olgan holda, bunda  $(A_{i_0},$

$B_{10}$ ) holat A o'yinchi uchun qoniqarli bo'ladi, ya'ni  $(A_1, B_1)$ ,  $(A_2, B_2)$ ,  $(A_2, B_3)$  holatlar (34.2) matritcada.

B o'yinchining qoniqarli holatlarini aniqlash uchun, matritcaning har bir  $A_{10}$  qatorida  $\alpha_{10}$  eng kichik element – A o'yinchining  $A_{10}$  strategiyasining effektivlik ko'rsatkichini, keyin esa  $B_{10}$  ustunda joylashgan  $\alpha_{10}$  element aniqlanadi, bu holda  $(A_{10}, B_{10})$  holat B o'yinchi uchun qoniqarli bo'ladi, ya'ni  $(A_1, B_3)$ ,  $(A_2, B_3)$  holatlar, (34.2) matritcada.

Ta'rif. O'yinning  $(A_{10}, B_{10})$  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

$$a_{j0} \leq a_{10} \leq a_{j0}, j=1, \dots, n \quad (34.4)$$

ya'ni tengsizliklar, yoki tengliklar o'rinli bo'lsa

$$\alpha_{10} = a_{10} = \beta_{10} \quad (34.5)$$

Agar A va B o'yinchilarning  $A_{10}$ ,  $B_{10}$  strategiyalari muvozanat  $(A_{10}, B_{10})$  holatni, ya'ni egar  $a_{10}$ ,  $\beta_{10}$  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  $\alpha$  narxi, uning yuqori narxi  $\beta$  ga teng bo'lsa, bu holda ularning umumiy qiymati  $u = \alpha = \beta$  - ni o'yinning narxi, sof strategiyalarda deyiladi.

A va B o'yinchilarning sof optimal strategiyalari va o'yin narxi  $u$  ning to'plami  $\{S_A^{CO}, S_B^{CO}, y\}$ -ga o'yinning to'liq yechimi sof strategiyalarda deyiladi. Lekin, agar biron qo'sh sof optimal  $A_{10}$ ,  $B_{10}$  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 antagonistik 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  $\alpha$ , yuqori narxi  $\beta$  - dan kichik bo'ladi, ya'ni  $\alpha < \beta$ .

Umuman o'yin bir marta yurishga ega bo'lsa, tomonlar o'zlarining maksimum yoki minimaks strategiyalarini tanlab yurishlari mumkin. Bu holda A o'yinchi o'ziga  $\alpha$  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  $R_1, R_2, R_m$  bilan u A o'yinchi qanday qilib mos ravishda sof strategiyalarini tanlashidan aniqlanadi.

Shuning uchun R aralash strategiyani aynan m-o'lchovli  $(R_1, R_2, R_m)$  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 V 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.

Checklangan sonli  $x_1, x_2, \dots, x_n$  nuqtalarning qavariq qatorini qavariq ko'p yoqli deyiladi

Agar  $x_1, x_2, \dots, x_n$  nuqtalar afinli bog'liq bo'lmasalar, u holda ularning qavariq qobig'ini  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , ya'ni  $k$  cho'qqili,  $(k-1)$  o'lchovli simpleks deyiladi.

Bu simpleks haqida, u o'zining cho'qqilariga tortilgan deb hisoblaydilar

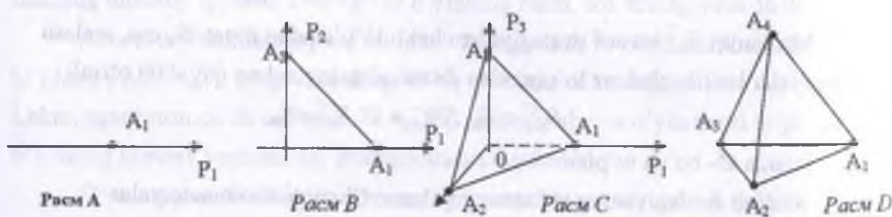
Agar  $k-1$  2, 3, 4-ga teng holatlarda simpleks nuqta, kesma, tekis uchburchak, tetraedrni ifodalaydi.

Masalan, agar  $m=1$  bo'lsa,  $A$  o'yinchi birta  $A_1$  sof strategiyaga ega, shuning uchun, aralash strategiya sof strategiya bilan to'g'ri keladi. Shunday qilib, aralash strategiyalar to'plami faqat birta  $A_1$ , elementdan iborat:  $S_A = S_A^C = \{A_1\}$  va u 0-o'lchamli vektorni ifodalaydi, ya'ni faqat birta nuqtadan iborat, bu esa  $A_1$  cho'qqiga mos keladi (rasm A-ga karang).

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 (rasm B).

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 (rasm S).

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 (rasm D)



Xuddi shu tarzda  $B$  o'yinchining,  $S_A^B = \{B_1, \dots, B_n\}$  sof strategiyalar to'plamining geometrik ko'rinishini izohlanish 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 nazarga saqlab, biron mexanizmnini 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  $p = \left\{ \frac{1}{6}, \frac{3}{6}, \frac{2}{6} \right\}$  aralash strategiyani saqlangan holda, sof strategiyalar  $A_1, A_2, A_3$  mos ravishda  $\frac{1}{6}, \frac{3}{6}, \frac{2}{6}$  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-bir marta uchrashadi, 2-uch 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.

**Misol 34.1.** 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.

**Misol 34.1. ning yechimi.** Ehtimollar nazariyasidan ma'lumki, tasodifiy 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,  $R_i$  ehtimollar joylashganki bu sonlarni paydo bo'lishini ifodalaydi. Bunda  $R_i$  ehtimollar normallaydigan shartni qanoatlantiradi:

$$\sum_{i=1}^n P_i = \sum_{i=1}^6 P_i = 1$$

chunki  $Z=Z_i$  hodisalar bu o'rinli bo'lnagan hodisalar to'la gruppasini hosil qiladi. Ma'lumki  $i$  – bu A o'yinchining sof strategiyasini nomeri bo'lib, Z tasodifiy miqdorning Z, 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 |

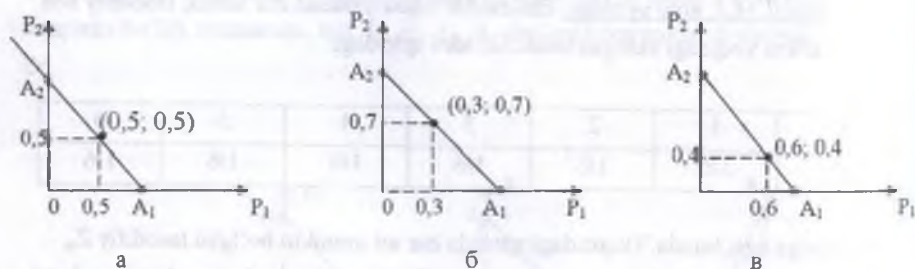
Ya'ni,  $i(n_i)$  nomer bilan tanlanadigan ehtimollik  $R_i$  -ga teng bo'ladi. (zarik yoqida  $i$  sonning paydo bo'lish ehtimolligi).

Shunday qilib, A o'yinchining aralash strategiyasini vektor ko'rinishda ifodalanadi.

$$P_1 = \frac{1}{6}, P_2 = \frac{1}{6}, P_3 = \frac{1}{6}, P_4 = \frac{1}{6}, P_5 = \frac{1}{6}, P_6 = \frac{1}{6}$$

**Misol 34.2.** A o'yinchi ikkita  $A_1, A_2$  sof strategiyalarga ega bo'lsin. 1-o'lchovli simpleksning nuqtalarini yasangki ular quyidagi aralash strategiyalarni ifodalasin  $(0,5; 0,5), (0,; 0,7), (0,6; 0,4)$ .

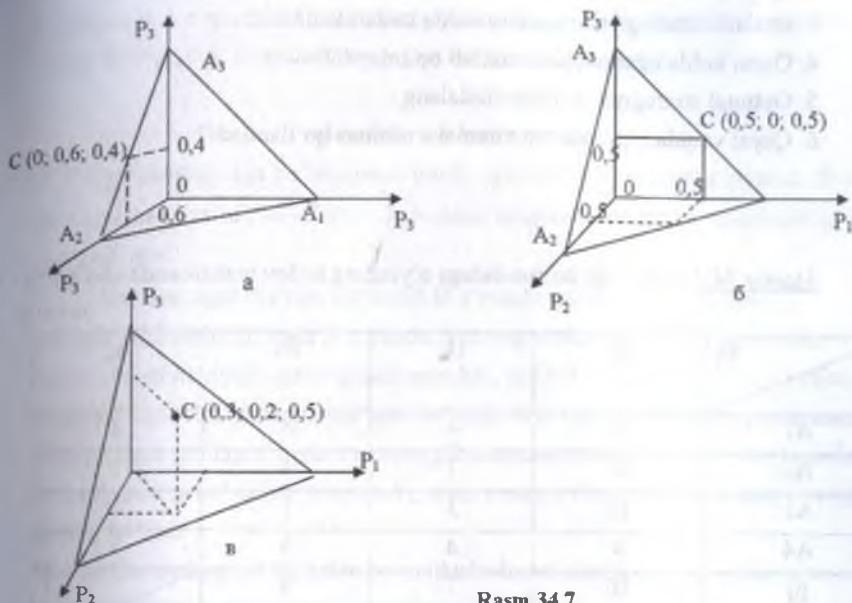
**Misol 34.2. ning yechimi.** Shartga ko'ra A o'yinchi ikkita sof strategiyaga ega:  $S_A^C = \{A_1, A_2\}$ , to'plam  $S_A$  sof strategiyaning geometrik ko'rinishi 1-o'lchovli simpleksni ifodalaydi. bu simpleks ikkita  $A_1, A_2$  cho'qqiga ega bo'lib  $A_1, A_2$  kesmani ifodalaydi, shuning uchun aralash strategiya  $(R_1, R_2)$  nuqtalarini berilgan koordinatalar orqali ifodalanadi:  $(0,5; 0,5), (0,; 0,7), (0,6; 0,4)$  (Rasm 34.6 a, b, v).



Rasm 34.6

**Masala 34.3.** A o'yinchi uchta sof strategiyalarga ega. 2-o'lchamli simpleks nuqtalar tuzilsin. agar ular quyidagi aralash strategiyalarni ifodalasa  $(0; 0,6; 0,4), (0,5; 0; 0,5), (0,3; 0,2; 0,5)$

**Masala 34.3. ning 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  $(R_1, R_2, R_3)$  - bu shu uchburchakning sirtlaridagi nuqtalarni ifodalaydi:  $(0; 0,6; 0,4), (0,5; 0; 0,5), (0,3; 0,2; 0,5)$ , (rasm 34.7 a, b, v-ga qarang).



Rasm 34.7.

### Tayanch iboralar

Antogonistik o'yin, effektiv strategiyalar, raqiblar, holatlar, turg'un holat, turg'un bulmagan holat, kompaniyalar, o'yin narxi maxmin-da va minmax-da, aralash strategiyalar, egar nuqtaga ega bo'lmagan hol, cho'qqili simplekslar.

### Xulosa

O'yin matritcasida raqiblarning maksimin strategiyalari bilan minimaks strategiyalari teng bo'lsa, o'yin egar nuqtaga ega hisoblanadi, tomonlar o'z yutuqlarini ko'paytirib bilmaydilar, 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'lmasalar, 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 holatni turg'un bo'lmagan xolatlar deyiladi?

2. Qanday holatni turg'un bo'lgan holatlar deyiladi?
3. Aralash strategiyalar qanday xolda kullaniladi?
4. Qaysi holda egar nuqtani aniklab bo'lmaydi?
5. Optimal strategiya ta'rifini ifodalang.
6. Qaysi vaqtda maksmin va minmaks usullari qo'llaniladi?

**Mashq 34.1.** Quyidagi ko'rinishdagi o'yinning to'lov matritcasida (jadval S)

Jadval S

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $\alpha_i$ |
|----------------------|-------|-------|-------|------------|
| $A_1$                | 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     | 3          |

Qo'shimcha yutuq qiymatini aniqlang, bu A o'yinchining kafolatli minimal yutug'ini ko'paytirsun, B o'yinchini esa o'zining maksimal kafolatli yutqazishni kamaytirsun, shu holda kim, qarshi tomon o'zining minimaks (maksimin) strategiyasini saqlagan holda.

**Mashq 34.2.** A o'yinchi aralash strategiyani  $4 \times 4$  o'lchovli o'yinda favqulan 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  $A_1$  strategiya tanlanadi va hokazo ...) tushsachi?

B) kartani tuzining aniq tusi tushsachi?

**Mashq 34.3.** 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.

**Mashq 34.4.** 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.

Masala 34.5. Sonlar to'plamiga misol keltiringki, undan favqulan tanlanganda A o'yinchining sof strategiyasining nomeri hosil qilinsa, agar shu nomer  $R=(0,2; 0,8; 0)$  aralash strategiya ko'rinishida saqlansa.

### Javoblar va ko'rsatmalar

34.1. Egar nuqtaga ega bo'lmagan o'yinda, qo'shimcha yutuqning qiymati  $(\beta-\alpha)$  ayirmaga teng, ya'ni  $\beta-\alpha=7-3=4$ . Jadvaldan aniqlash mumkinki, maksimum  $\alpha=3$ , minimum  $\beta=7$

Masalan, agar ma'lum bo'lsinki B o'yinchi o'zining  $B_2$  minimaks strategiyasini tanlasin, unda A o'yinchi o'zining maksimum  $A_4$  strategiyasidan voz kechib,  $A_2$  strategiyani qabul qilishi mumkin, unda u 7 birlikni 4 o'rniga yutishi mumkin. Agar B o'yinchiga ma'lum bo'lsinki A o'yinchi o'zining  $A_4$  maksimum strategiyasini qo'llaydi, unda u o'zining Bminimaks strategiyasidan voz kechib,  $B_3$  strategiyasini qabul qilishi mumkinki, unda uning o'tkazganligini 4 ning o'rniga 3 ga teng bo'ladi.

34.2. a) Ha, darhaqiqat bu holda normallashtadigan shart o'rinli bo'ladi, ya'ni kartani aniq tuzi tushishining ehtimolligi teng:

$$R=1/4, \quad i=1, 2, 3, 4$$

Va shu ehtimollik bilan strategiyalar tanlanadi.  $A_1, A_2, A_3, A_4$ , hamda ehtimollar yig'indisi teng bo'ladi.

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = 1;$$

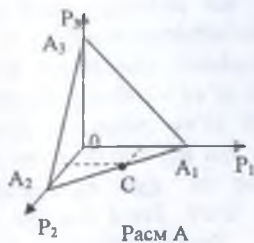
b) Yo'q, bu holda normallashtadigan shart o'rinli bo'lmaydi, chunki bu holda kartani tuzi tushishining ehtimolligi  $P_i = \frac{1}{52}, i = 1, 2, 3, 4$ , bunda shu ehtimollik bilan  $A_1, A_2, A_3, A_4$  strategiyalar tanlanadi, shuning uchun ehtimollar yig'indisi birga teng bo'lmaydi,

$$R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \neq 1 \quad \sum_{i=1}^4 P_i = \frac{4}{52}$$

34.3. S nuqta ikki o'lchovli simplekni ifodalaydi (Rasm A).

$$34.4 \quad \lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2 + \lambda_3 x_3 + \lambda_4 x_4 = 1$$

$$\sum_{i=1}^4 \lambda_i = 1, \quad \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 0,25 + 0 + 0,5 + 0,25 = 1$$



34.5.  $\{1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2\}$

O'yin matritsasi bir necha egar nuqtaga ega bo'lgan hol.

Masalan, bu o'yin matritsasi oltita (Jadval B)

Jadval B

| $A_i \backslash B_j$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | $B_6$ | $\alpha_i$ |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| $A_1$                | 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     | 2          |

egar nuqtaga ega:  $a_{11}=a_{13}=a_{15}=a_{31}=a_{33}=a_{35}=2$ .

O'yinning quyi narxi  $\alpha$ , uning yuqori narxi  $\beta$ , umumiy son 2 ga teng, ya'ni

$$\alpha=\beta=2$$

## §35 O'YIN MATRITcASIDA 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 holni 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: (jadval 1)

### 35.2. Tomonlarning strategiyalari.

jadval 1.

| A tomon tak-lif,<br>ishlab chiqarish<br>kor-xonasi<br>strate-giyalari | B tomon talab, iste'molchi strategiyalari |       |       |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|-------|
|                                                                       | $B_1$                                     | $B_2$ | $B_3$ |
| $A_1$                                                                 | 3                                         | -3    | -6    |
| $A_2$                                                                 | 6                                         | 8     | 6     |

1 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 alomatlarga (+ -) ega bo'lgan sonlar qatnashayapti. "+" sonlar mahsulotlar ortiqlik qiymatlarini ifodalaydi, "-" sonlari esa mahsulotlar etmasligini ifodalaydi. A tomon uchun musbat son "+" -mahsulotni ko'p ishlab chiqarishni - ya'ni zarami ifodalaydi. B tomon uchun musbat son bu yutuq demakdir, ya'ni qancha mahsulotlar ortib qolsa, iste'molchi xohilagan vaqtda uni sotib olib iste'mol qilishi mumkin. Shunday qilib, tomonlar qarama-qarshi manfaatlarga ega, bu qarama-qarshilikni aniqlash uchun o'yinning tannarxini aniqlash kerak, ya'ni ishlab chiqaradigan mahsulotlardan olinadigan daromadni 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  $B_3$  strategiya qabul qiladi, chunki agar A tomon  $A_1$  strategiya qabul kilsa, bu holda u yutkazadi, yutkazish qiymati  $-6$  ga teng bo'ladi. Endi agar B tomon  $B_2$  strategiyani qabul kilsa, yutkazish 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  $A_1$  bilan  $B_1$ , bu  $B_1$  tomon uchun yutish qiymati bo'lib,  $A_1$  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.

jadval 2.

| A tomonning strategiya-lari, taklif | 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'yinning narxi 4-ga teng bo'ladi. Bu esa A tomon uchun yutkazish bo'lib, B tomon uchun yutishdir.

2) Endi min max va max min usullarini qo'llaymiz. A tomon uchun eng katta yutkazishni aniqlaymiz.  $\max(8, 12, -16) \Rightarrow 12$ ,  $A_1$  strategiya uchun yutkazish,  $A_2$  strategiya ko'rganda max yutkazish 4-ga teng.

Endi max yutkazishlar orasida eng kichik qiymatini topamiz. Ya'ni min  $(12; 4) = 4$ , min max = 4. B tomon uchun eng kichik (min) yutoqlarini, ya'ni strategiyalar  $B_1, B_2, B_3$  uchun max topamiz.  $B_1, B_2, B_3$  strategiyalar 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 yutkazish bo'lib, B tomon uchun yutuq bo'ladi.

### 35.4. Egar nuqtani aniqlash.

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 etgan 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, birta egar nuqtaga ega bo'lgan hol

| A tomon;<br>korxonalar tak-lif | B tomon (iste'molchi) talab |       |       |       | Max qatorlar-da |
|--------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-----------------|
|                                | $B_1$                       | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |                 |
| $A_1$                          | 42                          | 21    | 7     | -35   | 42              |
| $A_2$                          | 14                          | -28   | 7     | -14   | 14*             |
| $A_3$                          | 21                          | 35    | 14    | 28    | 35              |
| Min ustunlar-da                | 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 foydalaymiz. 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:

$\max(14, -28, 7, -14) = 14^* \quad (14 - 28 \quad 7 - 14) = 14^*$ , 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 startegiyalar optimal strategiyalar bo'ladi. Korxona  $A_2$  rejani, iste'molchi  $B_1$  rejani qabul kilganda 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 <sub>1</sub>         | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> |                  |
| A <sub>1</sub> | 18                     | 38             | 14             | 30             | 38               |
| A <sub>2</sub> | -24                    | 16             | 8              | 16             | 16*              |
| A <sub>3</sub> | 32                     | 21             | -15            | 18             | 32               |
| Min ust.       | -24                    | 16*            | -15            | 16*            |                  |

$A_2 V_2 \Rightarrow 16 - A_2$  va  $B_2^-$  strategiyalar qismida 16 ga teng element joylashgan.

$A_2 V_2 \Rightarrow 16 - A_2$  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 korxona, 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 uni talabini qondirish, 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. Reja strategiyadan farq qiladimi?
3. Talab +3 ga teng bo'lsa qaysi tomon yutadi?
4. Egari 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 tomonlarning iqtisodiy tahlillang.
9. Manfiy son A tomon uchun nimani ifodalaydi?
10. Egari nuqtaning ta'rifini ifodalay olasizmi?

### §36. TAKLIF VA TALAB IQTISODIY MASALASINI ECHIMINING 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:

jadval 1.

| A tomon<br>(taklif) | B tomon (talab) |                |                |                |
|---------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
|                     | B <sub>1</sub>  | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> |
| A <sub>1</sub>      | 2               | -3             | -5             | -9             |
| A <sub>2</sub>      | -8              | -4             | 10             | -6             |
| A <sub>3</sub>      | 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 xech qachon o'nga zararli bo'lgan B<sub>4</sub> strategiyani tanlamaydi. Shuning uchun birinchi jadvaldan quyidagi ikkinchi jadval hosil qilinadi:

jadval 2.

| A tomon<br>(taklif) | B tomon (talab) |                |                |
|---------------------|-----------------|----------------|----------------|
|                     | B <sub>1</sub>  | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> |
| A <sub>1</sub>      | 2               | -3             | -5             |
| A <sub>2</sub>      | -8              | -4             | 10             |
| A <sub>3</sub>      | 4               | 7              | 2              |

Endi ikkinchi jadvalni nazarga olgan holda tanlash A tomonga bo'lsin, bu holda A tomon mantiqiy uylov asosida A<sub>3</sub> strategiyani qabul qilmaydi. Shuning uchun quyidagi 3-chi jadvalni hosil qilamiz.

jadval 3.

| A tomon<br>(taklif) | B tomon (talab) |                |                |
|---------------------|-----------------|----------------|----------------|
|                     | B <sub>1</sub>  | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> |
| A <sub>1</sub>      | 2               | -3             | -5             |
| A <sub>2</sub>      | -8              | -4             | 10             |

Endi tanlash B tomonda bo'lsin. Mantiqiy uylov asosida B tomon  $b_2$  strategiyani qabul qilmaydi, shuning uchun quyidagi 4- jadvalni hosil qilamiz:

jadval 4.

| A tomon<br>(taklif) | B tomon (talab) |       |
|---------------------|-----------------|-------|
|                     | $B_1$           | $B_2$ |
| $A_1$               | 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:

$$A) S = \frac{1}{2} \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot (-8) = 1 + (-4) = (-3)$$

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 yutkazadi (-3).

B) Faraz qilaylik A tomon vaqtning birinchi yarmida  $A_1$ , ikkinchi yarmida  $A_2$  strategiyani, B tomon  $B_2$  strategiyani qabul kilsa, bu holda o'yinning narxi quyidagi qiymatga teng bo'ladi.

O'yining narxi 2.5 qiymatga ega bo'ladi, bu B tomon uchun yutish bo'ladi, ya'ni:

$$A) S = \frac{1}{2} \cdot (-5) + \frac{1}{2} \cdot 10 = -2,5 + 5 = 2,5$$

s) Endi B tomon vaqtning I chi yarmida  $B_1$  strategiyani, vaqtning qolgan yarmida  $B_2$  strategiyani qabul kilsin, u holda o'yining narxi quyidagiga teng bo'ladi;

$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot (-3) + \frac{1}{2} \cdot 2,5 = -0,25$$

ya'ni o'yin narxi  $S = -0,25$ . Bunda A tomon yutib, B tomon yutkazadi.

### 36.2. Nazariy qism.

O'yinlarning optimal yechimini aniqlash uchun matematik usullaridan foydalanish mumkin. Bu usulni qo'llashda hisoblanadigan o'yinning narxi, ya'ni mahsulotning ikkala tomon 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'zining vaqtining X qismiga  $A_1$  strategiyani qabul qilgan holda, qolgan  $(1-x)$  vaqtning qismiga  $A_2$  strategiyani qabul kilsin. U holda B tomon esa,  $B_1$  strategiyani qabul kilsa, bu holda o'yinning narxi quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$S = x \cdot 2 + (1-x) \cdot (-8) = 2x - 8 + 8x = 10x - 8 \quad (1)$$

| A tomon<br>(taklif) | B tomon<br>(talab) |       |
|---------------------|--------------------|-------|
|                     | $B_1$              | $B_3$ |
| $A_1$               | 2                  | -5    |
| $A_2$               | -8                 | 10    |

Agar B tomon yuqoriga ko'rilgan holda, ya'ni A tomon shu strategiyalarni qabul qilishganda, B tomon  $B_3$  strategiyani qabul kilsa, o'yin narxi quyidagicha hisoblanadi.

$$S_2 = (-5)x + 10(1-x) = 10 - 15x$$

### 36.3. O'yinning optimal narxini aniqlash.

O'yin nazariyasini optimal yechimini tahlil qilish uchun vaqtga ko'ra tanlangan strategiyalarni nazarga olgan holda o'yin narxini bir birlariga tenglashtirish kerak, ya'ni:

$$S_1 = S_2$$

$$-10x - 8 = -15x + 10 \text{ bo'ladi, soddalashtirib}$$

$$25x = 18 \text{ yoki } x = 18/25, x = 0.72$$

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:

$$S_1 = 10x - 8 \text{ yoki } S = 2x + (-8) \cdot (1-x) = 2 \cdot 0.72 + (-8) \cdot 0.28 = -0.8 - A \text{ tomon yutadi.}$$

( $S_1 = -0,8$ ), ikkinchi holda o'yin narxini aniqlaymiz.

$$S_2 = x * (-5) + (1-x) * 10 = -5x + 10 - 10x = -15 * 0,72 + 10 = -10,8 + 10 = -0,8$$

bu holda ham A tomon yutadi.

Tenglik, ya'ni  $S_1 = S_2$  ikkala holda ham o'yinning narxi bir xil chiqishiniko'rsatdi, o'yinning narxi optimal qiymat hisoblanadi. Bu o'yinning optimal narxi qaysi tomonga qaysi rejani qabul qilmasa ham, o'yin narxi o'zgarmaydi. Echim yagona. Bu optimal yechim A tomon uchun yutish, B tomon uchun esa, yutkazish bo'ladi.

### **Tayanch iboralar**

Strategiyalarni tanlash usuli, mantiqiy o'ylov, egar nuqtaga ega bo'lmagan hol, 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 aniqlashda tomonlarning strategiyasini tanlash tartibiga bog'liqmi?
2. O'yin jadvalida qanday ko'rinishda aralash strategiya qo'llanadi?
3. Egari nuqtaga ega bo'lmagan reja tuza olasizme? reja tuza olasizmi? yana qanday usulda hisoblash mumkin?
4. Qanday yechim optimal yechim hisoblanadi?
5. Bir nechta 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 ni nima ifodalaydi?
9. Strategiyalarning tanlash usulida optimallikka erishish mumkinmi?

## X.BOB. Taklif va talab masalasining optimallashtirish usullari.

### §37. Taklif va talab masalasida boshlang'ich rejalar tuzish usullari. bazis va optimal yechim

#### 10.1. Mikroiqtisodiy masalalarni matematik modellari

#### 10.2. Boshlang'ich rejalar yasash usullari

#### 10.3. Bazis va optimal yechim

##### 10.1. Makroiqtisodiy masalalarni matematik modellari

Berilgan boshlang'ich qiymatlarga ko'ra, mahsulotlarning yo'llari bo'yicha yig'indilari korxonalarining ehtiyojlaridan  $B_t$  oshmaslik kerak

$$1) \sum_{j=1}^n X_{tj} \leq B_t \quad (1') \quad t=1,2,\dots,m,$$

$$2) \sum_{t=1}^m X_{tj} \leq A_j \quad (2') \quad j=1,2,\dots,n,$$

2- chi tenglik esa talabalarni ( $A_j$ ) qondirish shartini ifodalaydi Nomalumlarning musbatlik sharti:

$$3) X_{tj} \geq 0 \quad (3)$$

Maqsad funksiya quyidagicha ko'rinishni oladi, yaniy harakatlar eng kichik qiymatga intilishi kerak.

$$4) F(x) = \sum_{t=1}^m \sum_{j=1}^n C_{tj} X_{tj} \rightarrow \min \quad (4)$$

Shunday qilib, 1, 2, 3 cheklanishlar, (4) maqsad funksiya birgalikda taqsimot masalasining iqtisodiy matematik modelini (IMM) ifodalaydi.

#### Ochiq va yopiq modellar

1. Taqsimot masalasi yopiq modelga ega deyiladi, agar quyidagi tenglik sharti bajarilsa :

$$\sum_{t=1}^m B_t = \sum_{j=1}^n A_j \quad (1)$$

Ehtiyojlar yig'indisi talablar yig'indisiga teng bo'lishi kerak.

2. Agar (1) – shart bajarilmasa model ochiq modelda hisoblanadi, yaniy buni quyidagi (2), (3) shartlar bilan ifodalash mumkin:

$$\sum B_i \leq \sum A_j \quad (a)$$

$$\sum B_i > \sum A_j \quad (b)$$

yoki, ochiq modellarni yopiq model orqali ifodalash mumkin:

$$\sum B_i + B_{i+1} \rightarrow \sum A_j \quad (2')$$

$$\sum B_i = \sum A_j + A_{j+1} \quad (3')$$

(2') chi shartni yopiq modelga aylantirish uchun qo'shimcha korxona qurish kerak bo'ladi. (2') tenglik o'rinli bo'ladi. yoki chetdan mahsulot keltirish talab etiladi.

(3') chi shartni yopiq modelga aylantirish uchun yangi kichik noxiya ko'rish kerak, unda (3') tenglik o'rinli bo'ladi, yoki mahsulotni chetga chiqarish kerak.

4. Balansi buzilgan modelning ko'rinishi.

$$\sum A_i \neq \sum B_i$$

## 10.2. Boshlang'ich rejalar tuzish

Taqsimot masalaning IMM optimal qiymatini tuzish uchun, bu modelni boshlang'ich rejasini aniqlash kerak, keyin esa bu yechimlarni biror usul bilan optimal darajagacha etkazish lozim. Boshlang'ich rejalarini quyidagi usullar bilan tuzish mumkin:

1. Shimoliy –G'arbiy usul.
2. Ustunlar bo'yicha eng kichik elementlar usuli.
3. Yo'llar bo'yicha eng kichik elementlar usuli.
4. Matritsa bo'yicha eng kichik elementlar usuli.
5. Ikki yoqlama usul.

Boshlangan reja tuzish uchun taqsimot masalasining boshlang'ich shartlari berilgan bo'lsin, korxonaning ehtiyojlari, iste'molchi talablari, korxonalardan iste'molchilargacha bo'lgan masofalari berilgan ular kataklarning o'ng tomonining yuqori qismiga joylashtiriladi.

jadval 1.

| Korxona<br>extiyojlari,<br>T | Iste'molchilar talablari, T. |          |          |         |         |
|------------------------------|------------------------------|----------|----------|---------|---------|
|                              | A1=100                       | A2=80    | A3=120   | A4=140  | A5=10   |
| B1=200                       | 15<br>100                    | 16<br>80 | 11<br>20 | 9<br>-- | 0<br>-- |

|        |    |    |           |          |         |
|--------|----|----|-----------|----------|---------|
| B2=150 | 7  | 14 | 15<br>100 | 8<br>50  | 0       |
| B3=100 | 16 | 12 | 7         | 11<br>90 | 0<br>10 |

1. Shimoliy-G'arbiy usuli bilan taqsimot bajaramiz. Boshlang'ich shartlarga ko'ra bu masalaning yechish, qaysi korxonadan, qaysi iste'molchilarga etgazadigan mahsulotlarning hajmlarini aniqlash kerak, ya'ni biz bu usul yordamida taqsimot bajaramiz. Usulning algoritmi: Bu usulni qo'llashdan avval extiyoj va talabni nazarga olgan holda, taqsimotni birinchi katagdan boshlaymiz, keyin esa qatorming keyingi kataklariga mahsulotning qolgan hajmi tarqatiladi. Birinchi- qatordagi extiyoj butunlay tarqatilgandan keyin, ikkinchi va hokazo, qatorlaridan extiyojlar tarqatiladi va talablar qondiriladi. Taqsimot bajarilgandan keyin maqsad funksiyaning qiymati hisoblanadi. Algoritmnı bajaramiz, ya'ni  $B_1 A_1$ -katakda 100t mahsulot etkaziladi, keyin  $B_1 A_2=80$  t,  $B_1 A_3=200-(100+80)=20$ t mahsulot etkaziladi. Shunday qilib, 1chi qatorda extiyoj butunlay tarqatildi, lekin  $A_3$  iste'molchining talabi qondirilmadi  $B_2 A_3$  katakga 100t, mahsulot etkazib uning talabi qondiriladi, kataklar  $B_2 A_4=150-100=50$  t,  $B_3 A_4=90$  t mahsulot etkazamiz. Endi 10 t mahsulot ortib qoldi. Shuning uchun bu model ochiq model bo'ladi, chunki:

$$\sum_{i=1}^3 B_i > \sum_{j=1}^4 A_j, (450 > 440t)$$

Shuning uchun qo'shimcha iste'molchi  $A_5$  kiritamiz, endi maqsad funksiyaning qiymatini hisoblaymiz.

$$F(x)=15*100+16*80+11*20+15*100+8*50+11*90=1500+1280+220+1500+400+990=5890 \text{ tonnaKm}$$

Bu bajarilgan ishning hajmini ifodalaydi.

Model ochiq bo'lganligi uchun, ya'ni 10t mahsulot ortib qolganligi uchun, yangi ustun qo'shдик. Bu ustunda masofalar 0 ga teng, bu qo'shimcha ustunda taqsimot bajariladi, qolgan mahsulotni oxirgi qo'shilgan  $A_5$  iste'molchining talabi qondiriladi.

### Bazis va optimal yechim

**Ta'rif 1.** Echim  $\bar{X}=X$  ( $x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n$ ) bazis yechim hisoblanadi, agar ular cheklanishlari qanoatlantirsa.

Yuqorida ko'rilgan misolda haqiqatdan ham cheklanishlar qanoatlantiriladi, ya'ni iste'molchilar talabi qondiriladi va extiyojlar tarqatiladi. Shuning uchun hosil bo'lgan yechim bazis yechim bo'ladi. Bazis yechim quyidagi ko'rinishni oladi.

$$X=x(100,80,20,100,50,90)$$

**Ta'rif 2.** Echim  $X = X(X_1, \dots, X_p)$  optimal yechim hisoblanadi, agar ular cheklanishlar va maqsad funktsiyani qanoatlantirsa. Agar biz taqsimotni boshqa biror usul bilan bajarsak, u holda yechim boshqa xil qiymatlarni qabul qiladi va maqsad funktsiya ham o'zgaradi. Shuning uchun taqsimotda har xil usulni qo'llab, rejani optimal darajaga etkazish mumkin.

Optimal reja hosil qilish uchun quyidagi usullardan foydalanish mumkin:

1. Taqsimot usuli
2. Potensial usuli.
3. Differensial renta usuli.

Quyidagi usullar yordamida optimal qiymatga yaqin bo'lgan maqsad funktsiyani hosil qilamiz:

4. Approksimatsiya usuli
5. Statistik usul

**Masala:**

Berilgan taqsimot masalasining quyidagi boshlang'ich shartiga  $B=B+N$  talabning nomeri(N) shifri qo'shib quyidagi topshiriqlarni bajaring:

1. Iqtisodiy matematik model tuzilsin.
2. Bazis yechim aniqlansin.
3. Modelning ochiq yoki yopiqligi aniqlansin.
4. Maqsad funktsiya hisoblansin.

| Korxona<br>extiyoji<br>T | Iste' molchining talabi T. |          |           |           |         |
|--------------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------|---------|
|                          | $A_1=104$                  | $A_2=84$ | $A_3=124$ | $A_4=144$ | $A_5=6$ |
| $B_1=204$                | 15                         | 16       | 11        | 9         | 0       |
| $B_2=154$                | 7                          | 14       | 15        | 8         | 0       |
| $B_3=104$                | 16                         | 12       | 7         | 11        | 0       |
|                          | 104                        | 84       | 16        | 46        | 6       |

Maqsad funktsiyaning qiymatini hisoblaymiz.

$$F(x)=15*104+16*84+11*16+15*108+8*46+11*98=1560+1344+176+1520+368+1078=6048 \text{ Tkm}$$

Agar 1Tkm bajarilgan ishning hajmi uchun 200 so'm to'lansa, umumiy harajatni aniqlash mumkin:  $F(x)=1209600 \text{ so'm}$

### Tayanch iboralar

Maqsulot, talab, extiyoj, iste' molchi, maqsad funktsiya, cheklanish, ochiq va yopiq modellar, balansi buzilgan model, IMM, matritsa elementlari, bazis yechim, optimal yechim, optimal usullar.

### Xulosa

«Taklif va talab» (transport) masalasida berilgan boshlang'ich qiymatlarga ko'ra, ya'ni korxonaning ehtiyojlari, istemolchilar talablari, hamda ishlab chiqarish korxonalaridan iste'molchigacha bo'lgan masofalar asosida iqtisodiy matematik model tuziladi.

Avval bu boshlang'ich qiymatlarni nazarga olgan holda boshlang'ich rejalar tuzib, bazis yechim aniqlanadi.

Bazis yechim bu masala uchun asosiy tushunchalardan biri hisoblanadi. Keyin esa, bazis yechim asosida biron usulni qo'llab, optimal yechim aniqlanadi. O'quvchilar boshlang'ich reja tuzishni o'rganadilar. Har xil yechim borligi haqida tushunchaga ega bo'ladilar.

### Takrorlash uchun savollar

1. Korxonalarning mahsulot ishlab chiqarish va istemolchilar talablari qanday birliklar bo'lishi mumkin?
2. Ochiq va yopiq modellarning sharti izoxlang.
3.  $X_{ij}$  nimani ifodalaydi?
4.  $F(x)$  nimani ifodalaydi?
5. Qanday model balansi buzilgan hisoblanadi?
6. Boshlang'ich rejalar qaysi usullar yordamida tuziladi?
7. Qaysi usullar yordamida taqsimot masalasi optimallashtiriladi?

### §38. Taklif va talab masalasining potentsial usulida optimallashtirish.

#### 38.1. Optimallashtirishning potentsial usuli

#### 38.2. Boshlang'ich rejani tuzish usullaridan foydalanib optimallashtirish

#### 38.3. Boshlang'ich rejani optimallashtirish

##### 38.1. Optimallashtirishning potentsial usuli

Agar taqsimot masalasida boshlang'ich qiymatlar, ya'niy extiyoj, talab va masofalar berilgan bo'lsa: maqsad funktsiyani aniqlash mumkin. Buning uchun avval boshlangan reja tuziladi, keyin esa bu boshlang'ich reja optimal darajaga etkaziladi. Boshlang'ich rejani quyidagi usullar bilan optimal darajaga etkazish mumkin.

1. Potentsial usuli.
2. Taqsimot usuli.
3. Differensial renta usuli.

##### 38.2. Boshlang'ich rejani tuzish usullaridan foydalanib optimallashtirish

Yana ko'pgina usullar yordamida taqsimot masalasini yechimini optimal qiymatga yaqin bo'lgan maqsad funktsiya qiymatini hosil qilish mumkin. Buning uchun elementlar ustida amallar bajariladi.

1. Approksimatsiya usuli.
2. Statistika usuli.

Potentsial usulini qo'llashda avval biror usul yordamida taqsimot masalasini boshlang'ich rejasi tuziladi. Masalasining boshlang'ich qiymatlari 1. jadvalda berilgan bo'lsin.

Ya'niy quyidagilar berilgan:

1. Korxonaning extiyojlari, tonna.
2. Istemolchilarning talablari, tonna.
3. Korxonadan istemolchilargacha bo'lgan masofalar km (birinchi jadvalni ko'ring).

Boshlang'ich rejani matritsaning eng kichik elementlar usulida tuzish.

Jadval 1.

| Firma<br>extiyoji |   | Iste molchilarning talabi, T |         |         |         |         | Potensial<br>yo'llar |
|-------------------|---|------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------|
|                   |   | $A_1=3$                      | $A_2=3$ | $A_3=3$ | $A_4=3$ | $A_5=3$ |                      |
| $P_1$             | 4 | 6                            | 5       | 8       | 7       | 6       | $U_1=0$              |
|                   |   | 1                            | 3       | 8 >     | 7 >     | 11      |                      |
| $P_2$             | 7 | 4                            | 7       | 6       | 5       | 8       | $U=-2$               |
|                   |   | 2                            | >       | 2       | 3       | 9       |                      |
|                   |   |                              | 3       |         |         |         |                      |
| $P_3$             | 4 | 8                            | 6       | 7       | 9       | 10      | $U_{3=1}$            |
|                   |   | >                            | >       | 1       | >       | 3       |                      |
|                   |   | 5                            | 4       |         | 6       |         |                      |

|                                      |           |           |           |           |            |   |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---|
| Potentsi-al<br>ustun-<br>larda $V_i$ | $V_1 = 6$ | $V_2 = 5$ | $V_3 = 8$ | $V_4 = 7$ | $V_5 = 11$ | - |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---|

Boshlang'ich reja tuzish uchun matritsaning eng kichik element usulidan foydalanish mumkin. Lekin bu jadval uchun yo'llar bo'yicha eng kichik elementlar usulini qo'llaymiz.

$P_1 \rightarrow \min(C_{ij}) = \min(6, 5, 8, 7, 6) \rightarrow 5 \rightarrow P_1 A_2 = 3$  t. Ya'niy,  $P_1 A_2$  katak uchun taqsimot bajaramiz. Yana shu qatorda extiyojni tarqatamiz, taqsimotni bajaramiz.

Uchinchi qator uchun taqsimot:

$$P_3 \rightarrow \min(C_{ij}) \rightarrow 7 \rightarrow P_3 A_3 = 1 \text{ t, } P_3 A_5 = 3 \text{ t}$$

Boshlang'ich rejani hisoblaymiz:

$$F_0(x) = 6 \cdot 1 + 5 \cdot 3 + 4 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 7 \cdot 1 + 10 \cdot 3 = 6 + 15 + 8 + 12 + 15 + 7 + 30 = 93 \text{ tkm.}$$

### 38.3. Boshlang'ich rejaning optimallashtirish

Bu boshlang'ich rejani optimal darajagacha etkazish uchun potensial usulini qo'llaymiz. Buning uchun  $U_i$  va  $V_j$  orqali yo'llar bo'yicha va ustunlar bo'yicha potentsiallarni belgilaymiz.

Potensial usulini qo'llashda quyidagi shartlarni bajarish kerak.

To'ldirilgan kataklar soni uchun  $K = m + n - 1$  ( $K = 3 + 5 - 1$ ) shart bajarishi kerak, bunda  $m = 3$ ,  $n = 5$ .

Yo'llar ( $U_i$ ) bo'yicha va ustunlar ( $V_j$ ), bo'yicha, potentsiallar yig'indisini, elementlarning qiymatlariga teng bo'lishi kerak, ya'niy:

$$C_{ij} = U_i + V_j \quad (1)$$

Bundan, quyidagilar o'rinnidir:

$$U_i = C_{ij} - V_j \quad (2)$$

$$V_j = C_{ij} - U_i \quad (3)$$

Potensiallarni hisoblash uchun, biror yo'ldagi potensial qiymatini biror songa teng deb olamiz. Shu yo'lning potentsiali orqali to'ldirilgan kataklarni nazarga olgan holda, ustundagi potentsiallarni hisoblaymiz.

$$I. \quad U_1 = 0; \quad V_1 = C_{11} - U_1 = 6 - 0 = 6$$

$$V_2 = C_{12} - U_1 = 5 - 0 = 5$$

Endi  $V_1$ ,  $V_2$  potentsiallardan foydalanib, biror boshqa yo'l potentsiallarini hisoblaymiz.  $V_1$  potentsialidan foydalanib  $U_2$  hisoblamaymiz.

$$II. \quad U_2 = C_{21} - V_1 = 4 - 6 = -2$$

$$III. \quad V_3 = C_{23} - U_2 = 6 - (-2) = 8$$

$$V_4 = C_{24} - U_2 = 5 - (-2) = 7$$

Hisoblashda ustun potentsiallarni qo'llab  $U_3$  ni hisoblaymiz,  $V_3$  funktsiyadan foydalanamiz:

$$\begin{aligned} \text{IV. } U_3 &= C_{33} - V_3 = 7 - 8 = -1 \\ V_5 &= C_{35} - V_3 = 10 - (-1) = 11 \end{aligned}$$

Bu erda yo'llar va ustunlar bo'yicha potentsiallar hisoblandi.

**2-chi bosqich** Har bir bo'sh katak uchun mos ravishda potentsiallarning yig'indisini hisoblaymiz. Bu qiymatlar bo'sh kataklarning chap tomon ostki burchagiga yozamiz:

$$\begin{aligned} m_{ij} &= U_i + v_j \\ m_{13} &= U_1 + V_3 = 8 + 0 = 8 \\ m_{14} &= U_1 + V_4 = 7 + 0 = 7 \\ U_2 + V_5 &= 11 - 2 = 9 \end{aligned} \quad (4)$$

Har bir bo'sh katak uchun harakteristikalarini hisoblaymiz ( $S_{ij}$ ):

$$S_{ij} = C_{ij} - (U_i + V_j) \quad (5)$$

bunda ( $S_{ij} > 0$ ) -bo'lishi mumkin.

Shunday qilib, harakteristikalarining alomatlarini aniqlaymiz:

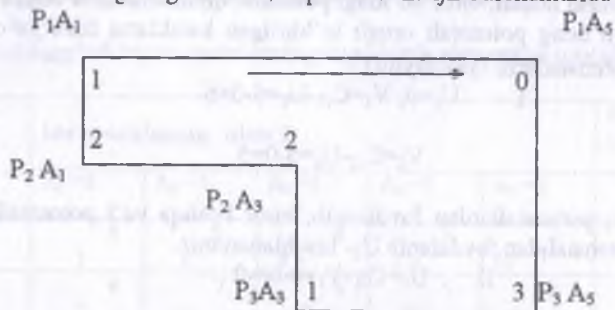
$$\begin{aligned} S_{13} &= 8 - 8 = 0 \\ S_{15} &= 6 - 11 = -5 \\ S_{25} &= 8 - 9 = -1 \end{aligned}$$

Ikkita katakda harakteristikalar manfiy qiymatga ega ekan, bular ( $S_{15}, S_{25}$ )  $< 0$ , qiymatlari esa  $(-5, -1) < 0$  bo'ladi.

Shu harakteristikalarining eng kichigini aniqlaymiz:

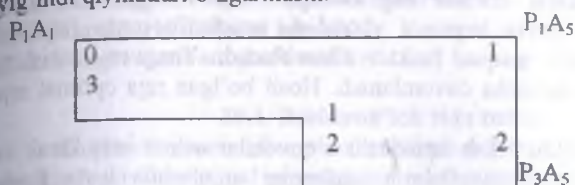
$\min(-5, -1) \Rightarrow P_1 A_5$  katakdagi harakteristika.  $P_1 A_5 = -5$

Bu  $P_1 A_5$  katak uchun to'rtburchakli yopiq zanjir tuzamiz, to'ldirilgan kataklarni nazarga olgan holda, taqsimotlar zanjir burchaklarida joylashgan.



Taqsimot qiymatini qabul qiladigan katak alomati musbat qiymatga ega, bu ( $P_1 A_5$ ) katak, keyingi kataklarning alomatlari almashadi. Musbat va manfiy

kataklar soni teng, chunki ular almashadi. Taqsimotning eng kichik qiymatini aniqlaymiz (Manfiy burchaklardan)  
 $\text{Min}(3,2,1)=1 \rightarrow P_1A_1$ , bunda  $P_1A_1 \rightarrow P_1A_{15}$  taqsimot yo'nalishini ifodalaydi. Taqsimotni shunday bajaramizki, yo'llar va ustunlar bo'yicha taqsimotning yig'indi qiymatlari o'zgarmasin.



Qayta taqsimotni shu zanjir bo'yicha bajaramiz. Yangi bu taqsimotning qiymatini rejaga qo'shib, yangi rejaning jadvalini hosil qilamiz (jadval 2).

jadval 2.

| Korxona extiyoji<br>(xom ashe) |   | Iste'molchi talabi |   |   |   |    |
|--------------------------------|---|--------------------|---|---|---|----|
|                                |   | 3                  | 3 | 3 | 3 |    |
| P <sub>1</sub>                 | 4 | 6                  | 5 | 8 | 7 | 6  |
|                                |   | 0                  | 3 |   |   | 1  |
| P <sub>2</sub>                 | 7 | 4                  | 7 | 6 | 5 | 8  |
|                                |   | 3                  |   | 1 | 3 |    |
| P <sub>3</sub>                 | 4 | 8                  | 6 | 7 | 9 | 10 |
|                                |   |                    |   | 2 |   | 2  |

$$\Delta F = 93 - 88 = 5 \text{ tkm}$$

Hisoblashni to manfiy harakteristika qolmagancha davom berish kerak.

$$F_1(x) = 5 \cdot 3 + 6 \cdot 1 + 4 \cdot 3 + 6 \cdot 1 + 5 \cdot 3 + 7 \cdot 2 + 10 \cdot 2 = 6 + 15 + 12 + 6 + 15 + 14 + 20 = 88 \text{ tkm}$$

Shunday qilib taklif va talab masalasida 1 tkm ish yoki aniq harajat berilgan bo'lsa, maqsad funktsiyaning optimal qiymati uchun sarflanadigan harajat eng kichik qiymatga teng bo'ladi. Bu yechimlar optimal yechim hisoblanadi, ya'ni yechim cheklanishlar va maqsad funktsiyaning qanoatlaniradi.

### Tayanch iboralar

Extaejlar, talablar, potensial usuli, harakteristikalar, potensiallar, taqsimot, reja, yo'llar, ustunlar, bo'sh kataklar, potensiallar yig'indisi, yopiq zanjir, musbat va manfiy kataklar soni.

### Xulosa

Taqsimot masalasi uchun biror usul yordamida tuzilgan boshlang'ich rejani optimallashtirishda potentsial usulini qo'llash mumkin.

Potentsial bu anik son bo'lib, yo'l va ustunlarning potentsialiga ko'ra, bo'sh kataklar uchun xarakteristikalar hisoblanadi.

Manfiy xarakteristikalar orasida eng kichigini tanlab to'g'ri burchakli ko'pburchak chiziladi va qayta taqsimot yo'nalishi aniqlanib qayta taqsimot bajariladi va yangi reja tuzib, maqsad funktsiya hisoblanadi. Yangi reja tuzish to manfiy xarakteristika qolmaguncha davomlanadi. Hosil bo'lgan reja optimal reja hisoblanadi.

Optimallashtirish usulini bilish iqtisodchi o'quvchilar uchun juda kerak va matematik usullarini iqtisodiy masalalarni yechimini aniqlashda katta foyda keltiradi. Ularning bilimlarini kengaytiradi.

#### Takrorlash uchun savollar

1. Necha usulda boshlang'ich reja tuziladi?
2. Necha usulda boshlang'ich rejani optimal darajagacha etkazish mumkin?
3. Potensial usulini qo'llash shartlarini bilasizmi?
4. Qanday usulda potentsiallar hisoblanadi?
5. Qaysi kataklar uchun harakteristikalar hisoblanadi?
6. Harakteristikalarning qanday qiymatlarida to'g'ri burchakli yopiq zanjir tuziladi?
7. Yopiq zanjir bo'yicha qayta taqsimotning yo'nalishi qanday aniqlanadi?
8. Qanday qoida asosida zanjir bo'ylab qayta taqsimot bajariladi?
9. Zanjir bo'yicha qayta taqsimotga asoslanib ya'ni nima tuziladi?
10. Qayta hisoblashlar nimaning qiymatiga bog'liq?

## §39.TAQSIMOT USULI ASOSIDA OPTIMALLASHTIRISH

### 39.1. Boshlang'ich reja tuzish

### 39.2. Boshlang'ich rejani optimallashtirish

### 39.3. Harakteristikalarni hisoblash

### 39.4. Yangi rejani aniqlash usuli

#### 39.1. Boshlang'ich reja tuzish

Taqsimot masalasini optimallashtirish uchun matritsaning elementlari ustida amallar bajarilib, optimal qiymat hosil qilish mumkin. Buning uchun boshlang'ich qiymatlar berilgan bo'lishi zarur. Boshlang'ich qiymat quyidagi jadvalda berilgan bo'lsin.

jadval 1.

| Korxona<br>Ehtiyoji<br>T |   | Iste'molchilar talablari, T |         |         |         |
|--------------------------|---|-----------------------------|---------|---------|---------|
|                          |   | $M_1=6$                     | $M_2=6$ | $M_3=6$ | $M_4=6$ |
| $P_1$                    | 8 | 21                          | 18      | 15      | 24      |
| $P_2$                    | 8 | 15                          | 24      | 21      | 18      |
| $P_3$                    | 8 | 18                          | 21      | 27      | 30      |
|                          |   | *                           | 4       | -       | 4       |

Taqsimot usulini qo'llash uchun avval boshlang'ich reja tuzish kerak. Boshlang'ich rejani matritsaning eng kichik elementlari usulida aniqlaymiz.

$\min(C_{ij}) \rightarrow (15, 15) \rightarrow 15 \rightarrow P_2M_1=6T$ , keyin  $P_1M_3=6T$ .

Ehtiyoj va talabni nazarga olgan holda, yana shu amallarni nazarga olib, taqsimot bajaramiz.

$$\min(C_{ij}) \Rightarrow (18, 18) \Rightarrow P_1M_2=2t. \quad (3.2)$$

$$P_2M_4=2g \quad \min(C_{ij})=21 \rightarrow PM=4t.$$

$P_3M_4=4t$ . Keyingi minimal element uchun taqsimot bajaramiz.

Ehtiyojlar tarqatildi, talablar qondirildi. Agar biror bo'sh katak uchun taqsimot qayta bajarilsa, bu taqsimot bir necha kataklarga ta'sir qiladi. Shuning uchun qayta taqsimot bajarganda reja o'zgarishi zarur.

### 39.2. Boshlang'ich rejani optimallashtirish

To'ldirilgan kataklarni soni uchun quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$K = m + n - 1 \quad (1)$$

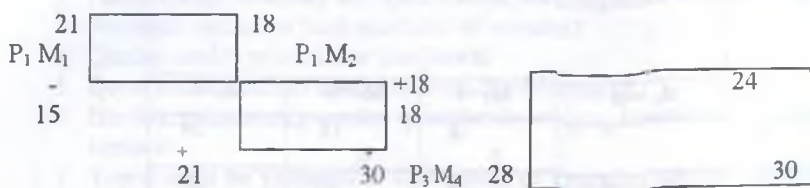
Bunda  $m$ ,  $n$  – yo'llar va ustunlar soni.

Bu shartni tekshiramiz, jadvalda

$$m=3, n=4 \quad K=3+4-1=6$$

Birinci (1) shart o'rinli. Qayta taqsimot bajaramiz, ya'ni buning uchun har bir bo'sh katak uchun to'g'ri burchakli yopiq zanjirlar tuzamiz. Yopiq zanjirlar uchun harakteristikalarni hisoblaymiz. Agar  $S_{ij} > 0$  bo'lsa, reja oshadi,  $S_{ij} < 0$  bo'lsa reja min ga yaqinlashadi. Ya'ni bu zanjir bo'yicha taqsimot bajarganda,  $P_1M_1$  zanjir tuzib harakteristikasini hisoblaymiz.

### 39.3. Harakteristikalarni hisoblash



$$S_n = 21 + 21 + 18 - 18 - 30 - 15 = 42 - 45 = -3$$

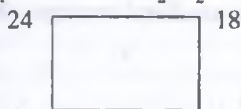
Qolgan bo'sh kataklar uchun ham zanjirlar tuzib harakteristikalarni hisoblaymiz.

$$S_{14} = 24 - 30 + 21 - 18 = 45 - 48 = -3$$

$$S_{14} = 3$$

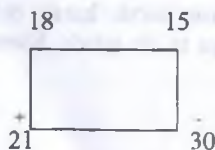
$S = -3$ ,  $R_1, M_1$  bo'sh katakni harakteristikasi manfiy (-3) soniga teng ekan.

$$P_1 M_1 \quad P_2 M_2$$



$$S_{22} = 24 + 30 - 18 - 21 = 54 - 39 = 15$$

$$S_{22} = 15$$



$$S_{23} = 21 + 30 + 18 - 18 - 15 - 21 = 51 - 36 = 15$$

$$S_{23} = 15$$

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 15 & 18 \\ \hline 18 & 30 \\ \hline \end{array} \quad S_{31} = 18 + 18 - 15 - 30 = 36 - 45 = -9 \\ S_{31} = -9$$

### 39.4. Yangi rejani aniqlash usuli

Shunday qilib 3 ta bo'sh katakda harakteristikalar manfiy qiymatga ega bo'ladi. Bu harakteristikalaridan eng kichik qiymatini aniqlaymiz:

$$\text{Min}(S_{ij}) = (-3, -3, -9) = -9 \Rightarrow S_{31}$$

$S_{31}$  harakteristika uchun zanjir tuzib qayta taqsimot bajaramiz. Buning uchun zanjirda taqsimot qiymatlari qayta bajariladi:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 15 & 18^+ \\ \hline 6^- & \\ + \quad 2 & +2 \\ 30 & -4 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} \min(6, 4) = 4 \\ P_3 M_4 \rightarrow P_3 M_1 \end{array} \\ R_3 M_1 \quad R_3 M_4$$

Yo'nalish bo'yicha qayta taqsimot bajariladi.

$$\begin{array}{|c|c|} \hline R_2 M_1 & R_2 M_4 \\ \hline 2 & 6 \\ 4 & \\ 0 & 0 \\ \hline \end{array} \\ R_3 M_1 \quad R_3 M_4$$

Qayta taqsimotni shunday bajaramizki, yo'llar va ustunlar bo'yicha taqsimotlarining yig'indi qiymatlari o'zgarmasin. Qayta taqsimotni qiymatni rejaga kiritamiz (jadval 2.).

jadval 2.

| Korxona<br>extiyoji<br>(mahsulot),<br>T |   | Iste'molchi talablari, T |           |           |           |
|-----------------------------------------|---|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                         |   | $M_1 = 6$                | $M_2 = 6$ | $M_3 = 6$ | $M_4 = 6$ |
| $R_1$                                   | 8 | 21                       | 18        | 15        | 24        |
| $R_2$                                   | 8 | 15                       | 24        | 21        | 18        |
| $R_3$                                   | 8 | 18                       | 21        | 27        | 30        |

|  |  |   |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|
|  |  | 4 | 4 | - | 0 |
|--|--|---|---|---|---|

Shunday qilib, reja yana optimallikka tekshiriladi. Hisoblashlar to'har bir harakteristikalar musbat bo'lganga qadar davom ettiriladi. Bu holda, hosil bo'lgan reja optimal reja hisoblanadi, ya'ni agar  $S_{ij} \geq 0$  shart bajarilsa.

### Tayanch iboralar

Taqsimot usul, Chiziqli dasturlash, cheklanishlar, maqsad funktsiya, ekstremal, bazis yechim, asosiy o'zgaruvchilar, asosiy mas (erkin) o'zgaruvchilar (n-m), Jordan chiqarish usuli, optimal yechim.

### Xulosa

Taqsimot usuli asosida optimallashtirishdan maqsad iste'molchilaga etkazib beraydigan maqsulot xarajatlari eng kam xarajat bo'lishiga keltirish; ya'ni aylanma yo'llar orqali emas, kam xarajat yo'l orqali maxsulotlarni iste'molchilaga etkazib berishdan iborat. Bo'nga erishish uchun avval boshlang'ich reja tuziladi, keyin taqsimot usulini qo'llab optimal reja tuziladi.

Maqsad funktsiyaning qiymati optimal xarajatga teng. Bu yechim optimal va boshqa har qanday yechim optimal yechim bo'la olmaydi, ya'ni  $F_{max}(x) \leq F_{max}(x)$ . Echimlarni farqini sezish iqtisodchilarni iqtisodiy bilimini oshiradi.

### Takrorlash uchun savollar

1. Chiziqli dasturlash masalalarini iqtisodiy matematik modellarini eza olasizmi?
2. Chiziqli dasturlash usullari bilan qanday masalalar echiladi?
3. Chiziqli dasturlash masalalarini qaysi usulda echiladi?
4. Qanday masalalar ekstremal masalalar deyiladi?
5. Bazis yechim qanday aniqlanadi?
6. Qanday o'zgaruvchilar asosiy o'zgaruvchilar hisoblanadi?
7. Harakteristika qanday hisoblanadi?
8. Qayta taqsimot qanday bajariladi?
9. Reja qachon optimal hisoblanadi?

#### §40.Excel-da taqsimot masalasini optimallashtirish.

Masalaning qo'yilishi :

Quyidagi 1-chi jadvalda korxonalar quvvatlari istemolchilar talablari va istemolchilarga maxsulot etkazib berish uchun keladigan transport harakatlar ko'rsatilgan .

Berilgan masalaning optimal yechimini EXCELda aniqlansin .

|    | 5     | 18    | 17    | 22    | 8     |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 15 | 0,25% | 0,30% | 0,40% | 0,15% | 0,10% |
| 20 | 0,20% | 0,18% | 0,05% | 0,27% | 0,35% |
| 10 | 0,15% | 0,25% | 0,33% | 0,16% | 0,03% |
| 25 | 0,10% | 0,07% | 0,28% | 0,12% | 0,38% |

Boshlang'ich qiymatlarni jadvalga kiritish Buning uchun EXCELda 2chi jadval tuziladi

1-jadval

| A  | B    | C    | D    | E    | G    |
|----|------|------|------|------|------|
|    | 5    | 18   | 17   | 22   | 8    |
| 15 | 0,25 | 0,3  | 0,4  | 0,15 | 0,1  |
| 20 | 0,2  | 0,18 | 0,05 | 0,27 | 0,35 |
| 10 | 0,15 | 0,25 | 0,33 | 0,16 | 0,03 |
| 25 | 0,1  | 0,07 | 0,28 | 0,12 | 0,38 |

2-chi jadvalga topilishi kerak bo'lgan X; matritsa kiritiladi Boshlang'ich qiymat nolga teng

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

C18 katak ya'ni C ustun 18chi qatorda maqsad funktsiyaning qiymatini yozamiz. Buning uchun matematik funktsiyalardan «SUMMPROIZV» funktsiyasini tanlaymiz. Hosil bo'lgan muloqot oynasining 1-massiv katagiga 1-chi jadvalning transport harakatlari kiritilgan  $A_2.F_5$  sohasini belgilab kiritamiz. 2-chi massivga topilishi kerak bo'lgan no'inalumi  $A_{11}: E_{14}$  sohasini belgilab kintamiz va «OK» tugmasini bosamiz.

**Masalini yechish:**

Masalani yechish uchun «Asosiy menyu» dagi «Servis» bandiga kiruvchi «POISK REShINIYa» buyrugini tanlaymiz.

Hosil bo'lgan muloqot oynasidan «Ustanovit selevuyu yacheyku» katagiga maqsad funktsiyasi kiritilgan  $S_{18}$  katakni ko'rsatamiz

«Minimalnomu znacheniyu» deb nomlanuvchi elementga nuqta o'rnatiladi

«Izmeneniya yacheyki» deb nomlanuvchi registrga topilishi kerak bo'lgan

$A_{11} E_{14}$  diapazon belgilab kiritiladi.

«Ogranicheniya» deb nomlanuvchi registrga «Dobavit», «Izmenit», «Udalit» knopkalaridan foydalanib, kerakli shartlar kiritiladi. Ya'ni topilishi kerak bo'lgan noma'lum massivdagi qatorlar yig'indisi mos korxona quvvatiga, ustunlar yig'indisi esa, mos iste'molchi talablariga teng bo'lishi kerak. Qo'shimcha ravishda musbatlik sharti ham ishlatiladi.

Muloqot oynasining o'ng tomoni yuqori burchagida joylashgan «Viklyuchit» knopkasi bosilgandan so'ng natijalar nol bilan to'ldirilgan noma'lum massiv o'rinda hosil bo'ladi.

Bunda hosil bo'lgan reja optimal reja hisoblanadi.

Maqsad funktsiya  $F(x)$  esa  $S_{18}$  katakda hosil bo'ladi.

### **Tayanch iboralar**

Excel, Excel da jadval, boshlang'ich qiymatlar, operatorlar, «SUMMPROIZV», «Viklyuchit», «POISK REShINIYa», «Minimalnomu znacheniyu», «Izmeneniya yacheyki», «Ogranicheniya», «Dobavit», «Izmenit», «Udalit», optimal qiymat.

### **Xulosa**

Taqsimot masalasini Excel da yechish uchun, avval boshlang'ich qiymatlar kompyuterda kiritiladi, keyin esa kerakli amallarning operatorlaridan foydalanib masalani yechimi aniqlanadi. Aniqlangan yechim, optimal yechim hisoblanadi. boshqa hiron yechim maqsad funktsiyasi optimal yechimdan albatta katta qiymatga ega bo'ladi. Kompyuterda taqsimot usulini qo'llashda o'qchilar o'z bilimlarini oshiradilar, texnikadan foydalanish amaliy bilimini oshiradi.

### **Takrorlash uchun savollar**

1. Excel nima?
2. Excel da qaysi operatorlarda foydalaniladi?
3. Boshlang'ich qiymatlar qaysi jadvalda joylashtiriladi?
4. Ishchi jadval ko'rinishini bilasizmi?

5. Maqsad funksiyaning qiymati qaysi katakda joylashtiriladi?
6. Optimal yechimni qanday aniqlash mumkin?

## XI - BOB. Amaliy va tajriba mashg'ulotlari.

### Amaliy mashg'ulotlar. (1-11)

#### Amaliy mashg'ulot №1

#### 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.

$$1. \Delta = \begin{vmatrix} 8 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \\ 3 & 4 & 5 \end{vmatrix} = 8 \cdot 2 \cdot 5 + 3 \cdot 3 \cdot 3 + 2 \cdot 1 \cdot 4 - 2 \cdot 2 \cdot 3 - 8 \cdot 3 \cdot 4 - 3 \cdot 1 \cdot 5 = 80 + 27 + 8 - 12 - 96 - 15 = -8$$

$\Delta = -8$  Determinantning qiymati nolga teng emas, demak teskari matritsani hisoblash mumkin.

2. Berilgan matritsaning algebraik to'ldiruvchilarini aniqlaymiz.

$$A_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij}$$

$$A_{11} = (-1)^{1+1} \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{vmatrix} = 10 - 12 = -2$$

$$A_{12} = (-1)^{1+2} \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 3 & 5 \end{vmatrix} = -(5 - 9) = 4$$

$$A_{13} = (-1)^{1+3} \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{vmatrix} = (4 - 6) = -2$$

$$A_{21}=(-1)^{1+2} \cdot \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 4 & 5 \end{vmatrix} = (-1) (15-8) = -7$$

$$A_{22}= \begin{vmatrix} 8 & 2 \\ 3 & 5 \end{vmatrix} = 40-6=34$$

$$A_{23}=(-1)^{1+3} \cdot \begin{vmatrix} 8 & 3 \\ 3 & 4 \end{vmatrix} = (-1) (32-9) = -23$$

$$A_{31}= \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 2 & 3 \end{vmatrix} = (9-4) = 5$$

$$A_{32}=(-1)^{1+2} \cdot \begin{vmatrix} 8 & 2 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} = (-1) (24-2) = -22$$

$$A_{33}= \begin{vmatrix} 8 & 3 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = (16-3) = -13$$

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.

$$A^{-1} = \frac{1}{\Delta} A^t = \frac{1}{(-8)} \begin{vmatrix} -2 & -7 & 5 \\ 4 & 34 & -22 \\ -2 & -23 & 13 \end{vmatrix}$$

bundan

$$A^{-1} = \begin{vmatrix} 4 & 7/8 & -5/8 \\ -1/2 & -17/4 & 11/4 \\ -2 & 23/8 & -13/8 \end{vmatrix}$$

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.

## AMALIY MASHG'ULOT №2

### 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 taqqoslashg. A matritsa A matritsaga teskari matritsa deyiladi, agar  $A * A$

ko'paytma birlik matritsa bo'lsa, ya'ni

$A * A = A * A = E$  Bunda E-birlik matritsa

Berilgan matritsaga teskari matritsani Gauss usuli bilan hisoblash algoritmini quyidagi topshiriqni bajarish misolida keltiramiz:

$$A = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 3 & -3 & 7 \\ 2 & -3 & 5 \end{vmatrix}$$

Echish. Buning uchun quyidagi matritsani tuzamiz

$$\begin{vmatrix} 1 & -1 & 2 & | & 1 & 0 & 0 \\ 3 & -3 & 7 & | & 0 & 1 & 0 \\ 2 & -3 & 5 & | & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Birinchi ustunni 1 ga, so'ngra -2 ta ko'paytirib, mos ravishda ikkinchi va uchinchi ustunga qo'shamiz:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & | & 1 & 0 & -2 \\ 3 & 0 & 1 & | & 0 & 1 & 0 \\ 2 & -1 & 1 & | & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Ikkinchi ustunni 2 ga va 1 ga ko'paytirib mos ravishda birinchi va uchinchi ustunga qo'shamiz:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & | & 3 & 1 & -1 \\ 3 & 0 & 1 & | & 2 & 1 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & | & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

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

## AMALIY MASHG'ULOT №3

**Tenglamalar sistemasini teskari matritsa yordamida yechish.**

**Masalaning qo'yilishi.**

Mahsulot ishlab chiqarish masalasini boshlang'ich qiymatlari berilgan:

$$A = \begin{pmatrix} 0,8 & 0,8 & 0,8 \\ 0,4 & 0,4 & 0,4 \\ 0,2 & 0,3 \end{pmatrix} - \text{xom-ashyolarning sarflanadigan normalari}$$

0

$$B = \begin{pmatrix} 800 \\ 400 \\ 150 \end{pmatrix} - \text{xom-ashyo zahirali}$$

$C = [0, 120, 130]$  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:

$$X = A^{-1}B \quad \text{ёки} \quad X = \frac{1}{\Delta_A} A^T B \quad \text{бунда} \quad \Delta_A \neq 0,$$

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  $A_1'$  matritsa tuzamiz:

$$A_1' = \begin{pmatrix} 0,08 & -0,08 & 0 \\ -0,12 & 0,24 & 0,16 \\ 0,08 & -0,16 & 0 \end{pmatrix}$$

ma'lumki (4).

$$X = \frac{1}{\Delta_A} \cdot A^T \cdot B$$

Aniqlangan qiymatlarni o'rniga qo'yib, yechim vektorini hisoblaymiz, avval vektorni matritsaga ko'paytmasi qoidasidan foydalanamiz.

$$X = \frac{1}{0,064} \cdot \begin{pmatrix} -0,08 & -0,08 & 0 \\ -0,12 & 0,24 & 0,16 \\ 0,08 & -0,16 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 800 \\ 600 \\ 150 \end{pmatrix} = \frac{1}{0,064} \cdot$$

$$\cdot \begin{pmatrix} 0,08 \cdot 800 + (-0,08) \cdot 600 + 0 \\ -0,12 \cdot 800 + 0,24 \cdot 600 + 0,16 \cdot 150 \\ 0,08 \cdot 800 - 0,16 \cdot 600 + 0 \end{pmatrix} \frac{1}{0,064} = \begin{pmatrix} 64-32 \\ -86+96+24 \\ 64-64 \end{pmatrix} \frac{1}{0,064} = \begin{pmatrix} 32 \\ -24 \\ 0 \end{pmatrix} \frac{1}{0,064}$$

Echim vektori quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$X = \begin{pmatrix} 32/0,064 \\ 24/0,064 \\ 0/0,064 \end{pmatrix}, \text{ ya'ni yechim } X \approx \begin{pmatrix} 500 \\ 372 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ vektorga teng.}$$

Xulosa. Hosil qilgan yechimni optimal yechim bilan, keyingi tajriba ishlarida solishtirish mumkin.

**Topshiriq.** B va C vektorlarga shifringizni oxirgi raqamini qo'shib yechim vektori X ni aniqlang. Boshlang'ich qiymatlar 1-chi tajriba ishiga keltirilgan.

## AMALIY MASHG'ULOT №4

**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 xom-ashyo ( $I=1,2,3$ ) ishlatadi. Sex omborida 1 chi xil xom-ashyo (shakar) 120 miqdorda, II chi xil xom-ashyo (meva sharbati) 130 miqdorda, III chi xil xom-ashyo (un) 75 miqdorda bor. Bir birlik  $j$ - turdagi mahsulotni ishlab chiqarish uchun I turdagi xom-ashyodan 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.

| Xom-ashyo turlari    | Mahsulot turlari, normalar |   | Xom-ashyo zahiralari<br>t. |
|----------------------|----------------------------|---|----------------------------|
|                      | 1                          | 2 |                            |
| I (shakar)           | 6                          | 4 | 120                        |
| II (meva sharbati)   | 2                          | 5 | 130                        |
| III (un)             | 1                          | 3 | 75                         |
| Sof foyda. ming so'm | 5                          | 6 |                            |

Qandolat sexi ishini shunday tashkil qilingki – qaysi mahsulotdan qancha ishlab chiqarish kerakki, natijada tsex eng ko'p foyda olsun.

Iqtisodiy – matematik modelning matritsa ko'rinishi quyidagicha berilgan bo'lsa:

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

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

$$F(X) = CX \rightarrow \max \quad (3)$$

Topshiriq: Boshlang'ich qiymatlar B va C 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.

## AMALIY MASHG'ULOT №5

**Firma, korxonaning mahsulot ishlab chiqarish masalasini simpleks usulida optimallashtirish.**

**Maqsad.** Amalda talabalami simpleks usulida optimallashtirish masalalarini yechishda o'rgatish.

### I. Topshiriq.

Boshlang'ich qiymatlarga ko'ra firma korxonaning mahsulot ishlab chiqarishining optimal rejasi aniqlansin. Sho'nga 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 zahiralari va har bir mahsulotdan olinadigan daromadga o'quvchining shifrlarning oxirgi ikkita raqami qo'shilgan holda echiladi.

Quyidagi boshlang'ich qiymatlar berilgan bo'lsa :

B - (420, 200, 120) - xom-ashyolar zahiralari

C - (110, 150, 120) - mahsulotning har bir tomasidan olinadigan daromad.

$$A = \begin{pmatrix} 0,6 & 0,6 & 0,6 \\ 0,3 & 0,3 & 0,2 \\ 0 & 0,1 & 0,4 \end{pmatrix} \text{ Mahsulotlarni ishlab chiqarishida xom-ashyolarning sarflanadigan normalari (xissalari).}$$

Agar o'quvchining shifri 15 raqam bilan tamom bo'lsa, topshiriqni echganda quyidagi ko'rinishda boshlang'ich qiymatlar qabul qiladi.

B-(435, 215, 135)-xom-ashyolar zahiralari,

C-(125, 135, 135) -mahsulotlarning har bir tonnasidan olinadigan daromad

Izoh: A-matritsaning qiymatlari o'zgarmaydi.

### Masalani yechish uchun metodik ko'rsatma.

Topshiriqni optimal yechimini aniqlash

Berilgan ishlab chiqarish korxonaning boshlang'ich qiymatlariga ko'ra cheklanishlar sistemasini tuzamiz.

1 Birinchi cheklanish. sarflanadigan xom-ashyolar mahsulot ishlab chiqarishi uchun, xom-ashyolarning zahiralaridan 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'rindi:

$X_j > 0$  bunda  $j=1,2,3$  (2)

3. Maqsad funktsiya, bu mahsulot turlaridan olinadigan umumiy daromadni ifodalaydi.

$$F(x) = 100x_1 + 120x_2 + 130x_3 \Rightarrow \max (3)$$

Birinchi, ikkinchi cheklanishlar va maqsad funktsiya uch birgalikda korxonalarni ishlab chiqarishining iqtisodiy - matematik modelini hosil qiladi.

Fiktiv ( $x_4, x_5, x_6$ ) mahsulotlar kiritib simpleks tenglamalar sistemasini hosil qilamiz.

$$\begin{cases} 800 - 0,8x_1 + 0,8x_2 + 0,8x_3 + x_4 \\ 400 - 0,4x_1 + 0,4x_2 + 0,2x_3 + x_5 \\ 150 - 0,2x_2 + 0,3x_3 + x_6 \end{cases} \quad (4)$$

$$X_j > 0, J = 1,6 \quad (5)$$

$$F(x) = 100x_1 + 120x_2 + 130x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 \Rightarrow \max (6)$$

Simpleks tenglamalar sistemasida simpleks jadval tuzamiz.

Jadval 1.

| $C_j$       | $P_K$ | $X_0$   | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_0/X_3$      |
|-------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
|             |       |         | 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     | $150/0,3=500$  |
| $Z_j - C_j$ |       | $F_0=0$ | -100  | -120  | -130  | 0     | 0     | 0     |                |

Maqsad funktsiya qatorida eng kichik qiymatiga ko'ra kalit  $x_3$  ustun elementlarini aniqlaymiz. Bu  $x_3$  mahsulotidan korxona eng katta daromad oladi.

Keyingi bosqichda kelib ustun elementlariga bo'lib eng kichik qiymatini belgilaymiz. Bu qiymatlar jadvalning o'ng ustunida yozilgan. Ya'ni  $\min(1000, 2000, 500) = 500$  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 kesishishida 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<sub>1</sub>-xohlangan izlanishi kerak bo'lgan elementning(s) eski qiymati.

Unda hisoblashlarga quyidagi formula qo'llaniladi:

$$B \cdot D$$

$$C_1 = C - \frac{\text{-----}}{A} \quad (1)$$

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 yordanida hisoblanadi, simpleks jadvalining qolgan kalit yo'l elementlari esa, eski elementlarni A 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<sub>6</sub> mahsulotni haqiqiy x<sub>3</sub>-daromad keltiradigan mahsulot bilan almashtirishni ifodalaydi.

Shu tartibda yangi simpleks jadvallar tuziladi va hosil bo'lgan reja optimal reja hisoblanadi, agar maqsad funktsiya qatorida manfiy sonlar qolmaguncha yangi simpleks jadvalning qiymatlari pastdagi jadvalda joylashgan.

Jadval 2

| C <sub>j</sub>                 | P <sub>K</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> |
|--------------------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                |                |                       | 100            | 120            | 130            | 0              | 0              | 0              |
| 0                              | X <sub>4</sub> | 400                   | 0,8            | 0,3            | 0              | 1              | 0              | -2,6           |
| 0                              | X <sub>5</sub> | 300                   | 0,4            | 0,39           | 0              | 0              | 1              | 0,66           |
| 130                            | X <sub>3</sub> | 500                   | 0              | 0,7            | 1              | 0              | 0              | 3,33           |
| Z <sub>1</sub> -P <sub>1</sub> |                | F <sub>1</sub> =65000 | -100           | -34            | 0              | 0              | 0              | 433            |

Bu ikkinchi jadvalning qiymatlari optimal qiymat emas. Chunki maqsad funktsiya qatorida manfiy sonlar bor. Maqsad funktsiyaning qiymati F<sub>1</sub>, quyidagiga teng

$$F_1 = 65000 \text{ ming sum}$$

Maqsad funktsiyaning 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 (uchinchi) jadval elementlarini hisoblaymiz:

Jadval 3

| $C_j$       | $P_K$ | $X_0$          | $X_1$ | $X_2$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ |
|-------------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 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 funktsiya qatorida manfiy sonlar qolmagan, maqsad funktsiyaning 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 ifodalaydi. 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  $x_2$  – chi turdagi mahsulot rejaga kirmagan, chunki bu  $x_2$  – chi turdagi mahsulotdan korxona daromad olmas ekan. Aniqlangan mahsulotlarni cheklanishlarga qo'ysak, ularni qanoatlantiradi.

## AMALIY MASHG'ULOT №6

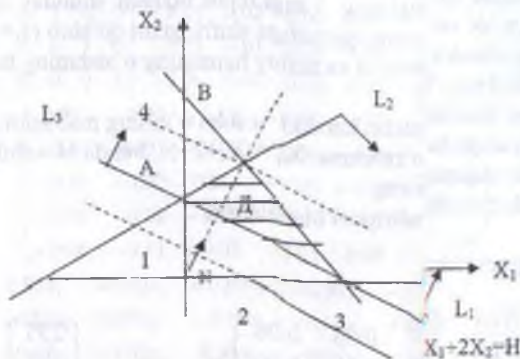
### Grafik usulda optimal yechimni aniqlash.

**Maqsad.** Talabalarni optimal yechimning grafik usulini o'rgatish  
**Masalaning qo'yilishi.** Firma korxonasining mahsulot ishlab chiqarish masalasining iqtisodiy – matematik modeli berilgan

$$\left. \begin{aligned} L_1 &\rightarrow 2x_1 + 3x_2 = 6 = 0 \\ L_2 &\rightarrow 2x_1 - 3x_2 = -6 \\ L_3 &\rightarrow 4x_1 + 3x_2 - 12 = 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

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

$$F(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max \quad (3)$$



Rasm - 1

#### Topshiriq

Firma korxonasining ishlab chiqaradigan shunday nomli mahsulotlarning hajmlarini aniqlash kerakki, maqsad funksiya  $F(x)$  maksimum qiymatga erishsin.

Agar cheklanishlar sistemasi  $A \cdot x + B \cdot x + c \geq 0$ , 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  $A_3, V_3$  koeffitsient va  $S_3$  ozod hadlarga shifringiz-ning oxirgi raqamini qo'shib, ishlab chiqaradigan mahsulotlarning hajmlarini aniqlang. Grafik chiziq, D yechimlar sohasini aniqlang.

#### Metodik ko'rsatma

1. Echimlar sohasi (D) mavjud, sistema yechimga ega ( $\Delta AVS$  - 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'rinishini qabul qiladi.

Izoh: Masalani shartlar o'zgarganda D sohaning ko'rinishi ham o'zgaradi.

## AMALIY MASHG'ULOT №7

### 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 aniqlang, pirovard standart bo'lmagan yechimning ma'nosini asoslab.
- 2) Mahsulot ishlab chiqarishning Yangi rejasi tuzilsin, shunday shartda Kim tayyor mahsulot vektorning qiymatiga shifringizni qo'shib ( $s_1=85+N$ ,  $c_2=97+N$ ) mahsulot absolyut va nisbiy hajmining o'sishining har bir soha bo'yicha aniqlang ( $X_j$ ).
- 3) Yangi rejani shunday tuzish kerakki  $\mu$  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:

$$A = \begin{pmatrix} 0.02 & 0.03 & 0.09 & 0.06 & 0.06 \\ 0.01 & 0.05 & 0.06 & 0.06 & 0.04 \\ 0.01 & 0.02 & 0.04 & 0.05 & 0.08 \\ 0.05 & 0.01 & 0.08 & 0.04 & 0.03 \\ 0.06 & 0.01 & 0.05 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 235 \\ 194 \\ 167 \\ 209 \\ 208 \end{pmatrix}$$

$$U=1, v=2, \quad \mu=4.$$

0) Matritsa  $A$  ni mahsulдорlikga tekshiramiz.

$$\sum_1 = 0.02 + 0.03 + 0.09 + 0.06 + 0.06 = 0.26 < 1$$

$$\sum_2 = 0.01 + 0.05 + 0.05 + 0.06 + 0.04 = 0.22 < 1$$

$$\sum_3 = 0.01 + 0.02 + 0.04 + 0.05 + 0.08 = 0.20 < 1$$

$$\sum_4 = 0.05 + 0.01 + 0.08 + 0.04 + 0.03 = 0.21 < 1$$

$$\sum_5 = 0.06 + 0.01 + 0.05 + 0.05 + 0.05 = 0.22 < 1$$

Matritsa  $A$  mahsulдор 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 harajatlar matritsasi,

$\bar{x}$  - mahsulot ishlab chiqarish vektori (reja). komponentlarini aniqlash kerak;

$c$  - oxirgi talab vektori.

Gauss usulini qo'llab, shaxsiy kompyuterda hisoblashlarni o'tkazamiz.

$$J = \begin{pmatrix} 0.02 & 0.03 & 0.09 & 0.06 & 0.06 \\ 0.01 & 0.05 & 0.06 & 0.06 & 0.04 \\ 0.01 & 0.02 & 0.04 & 0.05 & 0.08 \\ 0.05 & 0.01 & 0.08 & 0.04 & 0.03 \\ 0.06 & 0.01 & 0.05 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix}, \quad \bar{x} = \begin{pmatrix} 235 \\ 194 \\ 167 \\ 209 \\ 208 \end{pmatrix}; \quad \text{bunda } J = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix};$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0.02 & 0.03 & 0.09 & 0.06 & 0.06 \\ 0.01 & 0.05 & 0.06 & 0.06 & 0.04 \\ 0.01 & 0.02 & 0.04 & 0.05 & 0.08 \\ 0.05 & 0.01 & 0.08 & 0.04 & 0.03 \\ 0.06 & 0.01 & 0.05 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix} \cdot \bar{x} = \begin{pmatrix} 235 \\ 194 \\ 167 \\ 209 \\ 208 \end{pmatrix};$$

$$\begin{pmatrix} 0.98 & -0.03 & -0.09 & -0.06 & -0.06 \\ -0.01 & 0.95 & -0.06 & -0.06 & -0.04 \\ -0.01 & -0.02 & 0.96 & -0.05 & -0.08 \\ -0.05 & -0.01 & -0.08 & 0.96 & -0.03 \\ -0.06 & -0.01 & -0.05 & -0.05 & 0.95 \end{pmatrix} \cdot \bar{x} = \begin{pmatrix} 235 \\ 194 \\ 167 \\ 209 \\ 208 \end{pmatrix};$$

$$\begin{cases} 0.98x_1 - 0.03x_2 - 0.09x_3 - 0.06x_4 - 0.06x_5 = 235 \\ -0.01x_1 + 0.95x_2 - 0.06x_3 - 0.06x_4 - 0.04x_5 = 194 \\ -0.01x_1 - 0.02x_2 + 0.96x_3 - 0.05x_4 - 0.08x_5 = 167 \\ -0.05x_1 - 0.01x_2 - 0.08x_3 + 0.96x_4 - 0.03x_5 = 209 \\ -0.06x_1 - 0.01x_2 - 0.05x_3 - 0.05x_4 + 0.95x_5 = 208 \end{cases}$$

Simpleks-usulini qo'llab hosil qilamiz:

$$x_1 = 3.0002209182E + 02 = 300.02209182$$

$$x_2 = 2.4907229445E + 02 = 249.7229445$$

$$x_3 = 2.2040757129E + 02 = 220.40757129$$

$$x_4 = 2.6260690213E + 02 = 262.0690213$$

$$x_5 = 2.6593976013E + 02 = 265.93976013$$

$x$

2) Oxirgi talab ( $v$ ) vektoring 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 echib absolyut yechimni hosil qilamiz:

$$x_1 = 3.9091917694E + 02 = 390.91917694$$

$$x_2 = 3.5294049866E + 02 = 352.94049866$$

$$x_3 = 2.2214900788E + 02 = 322.14900788$$

$$x_4 = 2.6879481650E + 02 = 268.79481650$$

$$x_5 = 2.7319139244E + 02 = 273.19131244$$

$x'$

Echim, va'ni nisbiy yechimni 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

$$x_1 = 300.0220$$

$$x_2 = 249.7229$$

$$x_3 = 220.4076$$

$$x_4 = 262.0690$$

$$x_5 = 265.9398$$

$$v + 2 = x'_1 / x'_4 = 264.0690$$

berilgan boshlang'ich sistemaga  $x'_4$  ning qiymatini qo'yib hosil qilamiz:

$$\begin{cases} 0.98x_1 - 0.03x_2 - 0.09x_3 - 0.06 \cdot 264.0690 - 0.06x_5 = 320 \\ -0.01x_1 + 0.95x_2 - 0.06x_3 - 0.06 \cdot 264.0690 - 0.04x_5 = 291 \\ -0.01x_1 - 0.02x_2 + 0.96x_3 - 0.05 \cdot 264.0690 - 0.08x_5 = 167 \\ -0.06x_1 - 0.01x_2 - 0.05x_3 - 0.05 \cdot 264.0690 + 0.95x_5 = 208 \end{cases}$$

$$\begin{cases}
 +0.98x_1 - 0.03x_2 - 0.09x_3 - 0.06x_4 = 320 + 15.8441 \\
 -0.01x_1 + 0.95x_2 - 0.06x_3 - 0.04x_4 = 291 + 15.8441 \\
 -0.01x_1 - 0.02x_2 + 0.96x_3 - 0.08x_4 = 167 + 13.2035 \\
 -0.06x_1 - 0.01x_2 - 0.05x_3 + 0.95x_4 = 208 + 13.2035
 \end{cases}$$

$$\begin{cases}
 +0.98x_1 - 0.03x_2 - 0.09x_3 - 0.06x_4 = 335.8441 \\
 -0.01x_1 + 0.95x_2 - 0.06x_3 - 0.04x_4 = 306.8441 \\
 -0.01x_1 - 0.02x_2 + 0.96x_3 - 0.08x_4 = 180.2035 \\
 -0.06x_1 - 0.01x_2 - 0.05x_3 + 0.95x_4 = 221.2035
 \end{cases}$$

Tuglamalar sistemasini Gaus usulida echamiz:

$$x_1 = 5.0010500284E + 02 = 500.10500284$$

$$x_2 = 3.6071207410E + 03 = 3607.1207410$$

$$x_3 = 2.9494315332E + 02 = 294.94315332$$

$$x_4 = 3.1827827921E + 02 = 318.27827921$$

4) To'liq harajatlar (b) matritsasining hisoblaymiz.

Matritsa (J-A) - ga teskari matritsasini aniqlaymiz:

$$B = (J - A)^{-1} = \begin{pmatrix} 0.98 & -0.03 & -0.09 & -0.06 & -0.06 \\ -0.01 & 0.95 & -0.06 & -0.06 & -0.04 \\ -0.01 & -0.02 & 0.96 & -0.05 & -0.08 \\ -0.05 & -0.01 & -0.08 & 0.96 & -0.03 \\ -0.06 & -0.01 & -0.05 & -0.05 & 0.95 \end{pmatrix} =$$

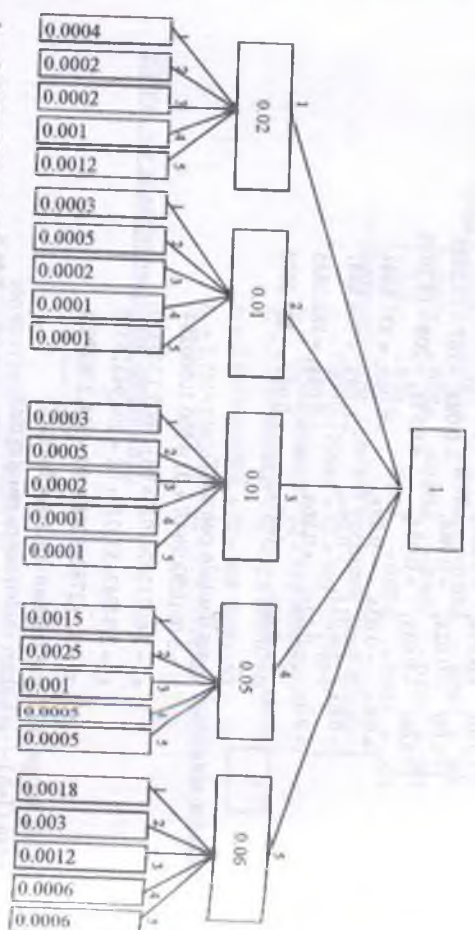
$$= \begin{pmatrix} 1.0306 & 0.0365 & 0.1093 & 0.0765 & 0.0782 \\ 0.0187 & 1.0562 & 0.0768 & 0.0740 & 0.0545 \\ 0.0199 & 0.0245 & 1.0551 & 0.0626 & 0.0937 \\ 0.0577 & 0.0154 & 0.0966 & 1.0536 & 0.455 \\ 0.0694 & 0.0155 & 0.0683 & 0.0644 & 1.0655 \end{pmatrix}$$

Matritsani qo'lda hisoblangan qiymati.

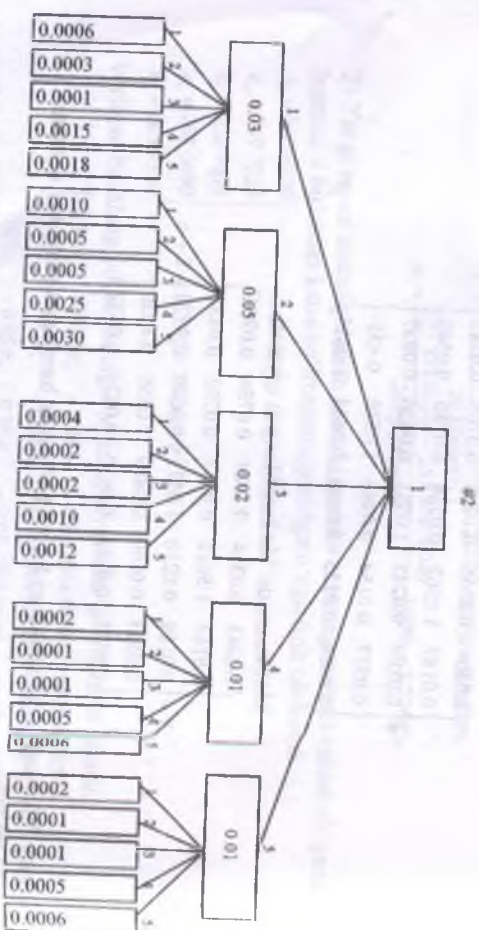
$$B \approx \begin{pmatrix} 1.0243 & 0.0324 & 0.1134 & 0.0756 & 0.0756 \\ 0.0167 & 1.5012 & 0.0757 & 0.0732 & 0.0532 \\ 0.0128 & 0.0210 & 1.0575 & 0.0620 & 0.0920 \\ 0.0523 & 0.0160 & 0.0889 & 1.0556 & 0.1026 \\ 0.0625 & 0.0172 & 0.0670 & 0.0674 & 1.0632 \end{pmatrix}$$

Xulosa: Matritsalarini ko'rinishlari bir xil bo'lganda ham, uning takribiy qiymati ancha qo'pol.

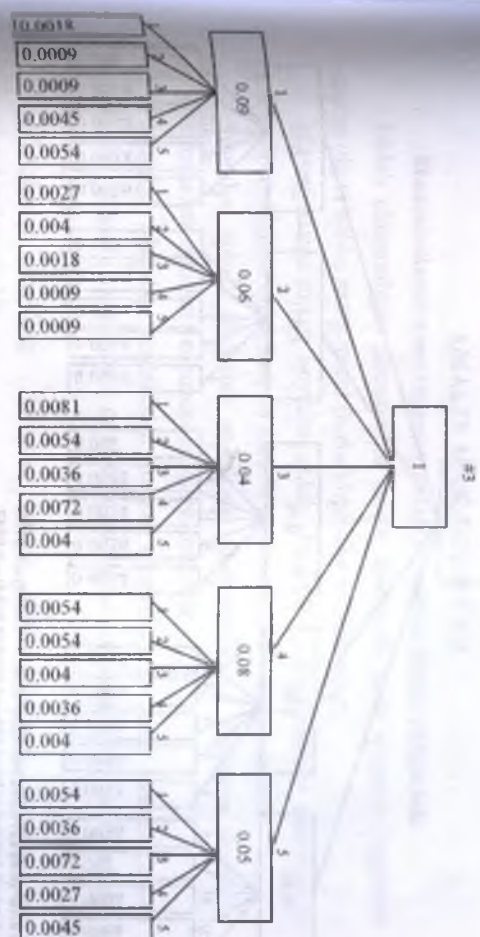
# Matrisaning daraxti qismi:



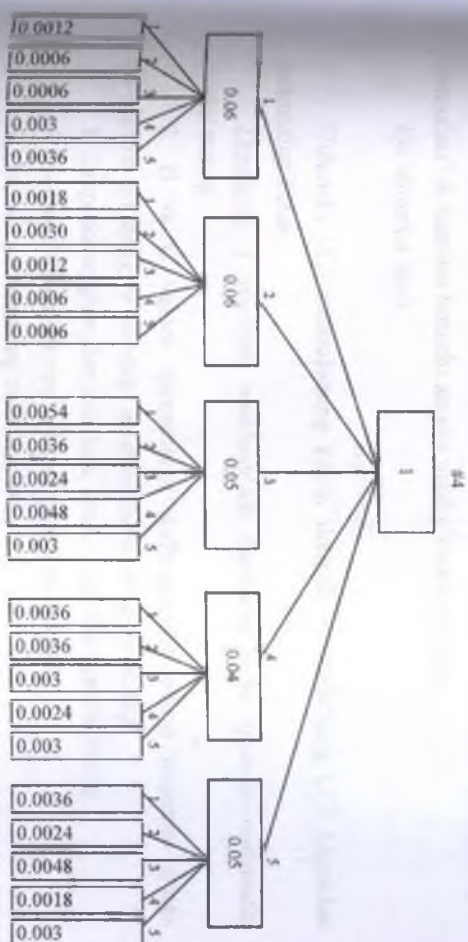
$$\begin{aligned} b_{11} &\approx 1+0.02+0.0004+0.0003+0.0003+0.0015+0.0018 \approx 1.0243 \\ b_{12} &\approx 0.01+0.0002+0.0005+0.0005+0.0025+0.003 \approx 0.0167 \\ b_{13} &\approx 0.01+0.0002+0.0002+0.0002+0.001+0.0012 \approx 0.0128 \\ b_{14} &\approx 0.05+0.001+0.0001+0.0001+0.0005+0.0006 \approx 0.0523 \\ b_{15} &\approx 0.05+0.0012+0.0001+0.0001+0.0005+0.0006 \approx 0.0525 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} b_{21} &\approx 0.03+0.0006+0.0010+0.0004+0.0002+0.0002 \approx 0.0324 \\ b_{22} &\approx 1+0.05+0.0003+0.0005+0.0002+0.0001+0.0001 \approx 1.5012 \\ b_{23} &\approx 0.02+0.0001+0.0005+0.0002+0.0001+0.0001 \approx 0.021 \\ b_{24} &\approx 0.01+0.0015+0.0025+0.0010+0.0005+0.0005 \approx 0.016 \\ b_{25} &\approx 0.01+0.0018+0.0030+0.0012+0.0006+0.0006 \approx 0.0172 \end{aligned}$$

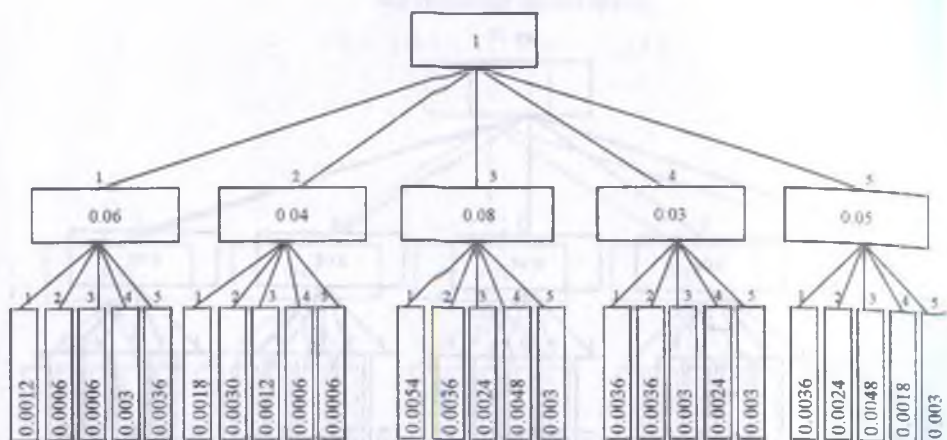


$$\begin{aligned} b_{31} &\approx 0.09+0.0018+0.0027+0.0081+0.0054+0.0054 \approx 0.1134 \\ b_{32} &\approx 0.06+0.0009+0.004+0.0054+0.0054+0.0036 \approx 0.0787 \\ b_{33} &\approx 1+0.04+0.0009+0.0018+0.0036+0.004+0.0072 \approx 1.0575 \\ b_{34} &\approx 0.08+0.0045+0.0009+0.0072+0.0036+0.0027 \approx 0.0989 \\ b_{35} &\approx 0.05+0.0054+0.0009+0.004+0.004+0.0027 \approx 0.067 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} b_{41} &\approx 0.06+0.0012+0.0018+0.0054+0.0036+0.0036 \approx 0.0756 \\ b_{42} &\approx 0.06+0.0006+0.0030+0.0036+0.0036+0.0024 \approx 0.0732 \\ b_{43} &\approx 1+0.04+0.0006+0.0012+0.0024+0.003+0.0048 \approx 0.063 \\ b_{44} &\approx 1+0.04+0.003+0.0006+0.0048+0.0024+0.0048 \approx 1.0556 \\ b_{45} &\approx 0.05+0.0036+0.0006+0.003+0.003+0.0018 \approx 0.0674 \end{aligned}$$

#5



$$b_{15} \approx 0.06 + (0.0012 + 0.0018 + 0.0054 + 0.0036 + 0.0036) \approx 0.0756$$

$$b_{25} \approx 0.04 + (0.0006 + 0.0030 + 0.0036 + 0.0036 + 0.0024) \approx 0.0532$$

$$b_{35} \approx 0.08 + (0.0006 + 0.0012 + 0.0024 + 0.003 + 0.0048) \approx 0.092$$

$$b_{45} \approx 0.09 + (0.003 + 0.0006 + 0.0048 + 0.0024 + 0.0018) \approx 0.1026$$

$$b_{55} \approx 1 + 0.05 + (0.0036 + 0.0006 + 0.003 + 0.003 + 0.003) \approx 1.0632$$

## AMALIY MASHGULOT №8

### Maxsulotlarni assortiment (turlari) buyicha ishlab chiqarish.

Ishlab chiqaradigan maxsulotlar bozor sharoitida talab o'zgarib turganini nazarga olgan holda, assortiment (turlar) buyicha bo'lishi shart.

Maxsulotlarni turlari buyicha ishlab chiqarishda cheklanishlar sistemasiga yana birta cheklanish qo'shiladi va masala yana simpleks usulda echiladi.

Shundan xulosa chiqarish mumkinki cheklanishlarga xoxlagan shartlarni qo'shib masalani optimal yechimini aniqlash mumkin.

Maqsad: Masalani yechishdan maqsad o'quvchilarga bozor sharoitiga mos bo'ladigan iqtisodiy - matematik model tuzish, hamda optimallashtirish masalasini hal qila bilishdan iborat.

Masalasini quyilishi: Ikkinchi tajriba mashg'ulotning Boshlang'ich qiymatlari berilgan holda:

$B=(70000, 30000, 15000)$  – xomashyo resurslari (tonna)

$C=(10000, 11000, 12000)$  – bir birlik maxsulot olinadigan sof foyda darajasi. (ming so'm).

Xomashyolardan maxsulotlarni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan normalari? A matritsa birinchi amaliy mashg'ulotda berilgan.

Qo'shimcha shart

$$X_3 \leq X_2$$

Uchinchi ( $X_3$ ) maxsulotning hajmi ikkinchi maxsulotning ( $X_2$ ) hajmidan oshmasligi kerak.

Topshiriq: 1. Berilgan boshlang'ich shartlarga ko'ra iqtisodiy-matematik model tuzing.

2. B va C vektor qiymatlarga shifringizning oxirgi raqamini o'nga ko'paytirib qo'shing va simpleks tenglamalar sistemasini tuzing.

3. Simpleks tenglamalar sistemasi asosida simpleks jadval tuzing.

4. Maqsad funksiyasining optimal qiymatini aniqlang.

5. Optimal yechimining vektorini aniqlang.

6. Shifringizning ikkita oxirgi raqami №10 bo'lgan o'quvchi berilgan boshlang'ich qiymatlarni nazarga olgan holda masalani echadi va EXM da echgan natija bilan solishtiradi (tajriba ishi №2)

7. Hosil qilingan yechimni tahlillang.

**AMALIY MASHG'ULOT №9**  
**Qorishma masalasini optimallashtirish**  
**(minimum masalalarga doir)**

Maqsad Maqsad funktsiyaning eng kichik qiymatini aniqlash.

Qorishma masalasi: Ovqat ratsionallarini tuzishda uning tarkibida kerakli miqdorda oqsillar 0,4 (40%), yog'lar 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 no'malum xomashyolarni yig'indisi biron songa ( $R$ ) teng bo'lishi kerak, yoki xususiy holda:

$$X_1 + X_2 + X_3 = 1$$

tenglik o'rinli bo'lishi kerak.

Foydalaniladigan xomashyolar tarkibida aniq miqdorlarda Yuqorida ifodalangan moddalar mavjud bo'lsa, quyidagi iqtisodiy – matematik model yordamida (1-4)

$$\left. \begin{aligned} 0,2 x_1 + 0,2 x_2 + 0,1 x_3 &= 0,2 \\ 0,1 x_1 + 0,2 x_2 + 0,3 x_3 &= 0,4 \\ 0,3 x_1 + 0,3 x_2 + 0,4 x_3 &= 0,3 \\ 0,4 x_1 + 0,3 x_2 + 0,2 x_3 &= 0,1 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1 \quad (2)$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0 \quad (3)$$

$$F(x) = 3x_1 + 2x_2 + 5x_3 \rightarrow \min \quad (4)$$

1. No'malumlar oldidagi koeffitsientlarni o'zgartirib eng arzon qorishma modelini tuzing.
2. Iqtisodiy – matematik modelining umumiy holda yig'indilar orqali ifodalang.
3. Fiktiv xomashyolarning birliklarining tannarxi  $M$  qanday 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 optimallashtirish qanday farq qiladi?
7. Minimum masalasi uchun simpleks jadval tuzing.
8. Minimum masalasida iqtisodiy–matematik model tengsizliklar bilan ifodalangan bo‘lsa necha gurux o‘zgaruvchilardan foydalanib simpleks tenglamalar sistemasi tuziladi?

| 1. Masala |     | 2. Masala |     |
|-----------|-----|-----------|-----|
| Minimum   |     | Maximum   |     |
| 1         | 2   | 1         | 2   |
| 3         | 4   | 3         | 4   |
| 5         | 6   | 5         | 6   |
| 7         | 8   | 7         | 8   |
| 9         | 10  | 9         | 10  |
| 11        | 12  | 11        | 12  |
| 13        | 14  | 13        | 14  |
| 15        | 16  | 15        | 16  |
| 17        | 18  | 17        | 18  |
| 19        | 20  | 19        | 20  |
| 21        | 22  | 21        | 22  |
| 23        | 24  | 23        | 24  |
| 25        | 26  | 25        | 26  |
| 27        | 28  | 27        | 28  |
| 29        | 30  | 29        | 30  |
| 31        | 32  | 31        | 32  |
| 33        | 34  | 33        | 34  |
| 35        | 36  | 35        | 36  |
| 37        | 38  | 37        | 38  |
| 39        | 40  | 39        | 40  |
| 41        | 42  | 41        | 42  |
| 43        | 44  | 43        | 44  |
| 45        | 46  | 45        | 46  |
| 47        | 48  | 47        | 48  |
| 49        | 50  | 49        | 50  |
| 51        | 52  | 51        | 52  |
| 53        | 54  | 53        | 54  |
| 55        | 56  | 55        | 56  |
| 57        | 58  | 57        | 58  |
| 59        | 60  | 59        | 60  |
| 61        | 62  | 61        | 62  |
| 63        | 64  | 63        | 64  |
| 65        | 66  | 65        | 66  |
| 67        | 68  | 67        | 68  |
| 69        | 70  | 69        | 70  |
| 71        | 72  | 71        | 72  |
| 73        | 74  | 73        | 74  |
| 75        | 76  | 75        | 76  |
| 77        | 78  | 77        | 78  |
| 79        | 80  | 79        | 80  |
| 81        | 82  | 81        | 82  |
| 83        | 84  | 83        | 84  |
| 85        | 86  | 85        | 86  |
| 87        | 88  | 87        | 88  |
| 89        | 90  | 89        | 90  |
| 91        | 92  | 91        | 92  |
| 93        | 94  | 93        | 94  |
| 95        | 96  | 95        | 96  |
| 97        | 98  | 97        | 98  |
| 99        | 100 | 99        | 100 |

## AMALIY MASHGULOT №10

### Taklif va talab iqtisodiy masalasini nazariyasi usuli bilan optimal yechimni aniqlash

**Maqsad:** O'yin nazariyasi asoslaridan foydalanib taklif va talab iqtisodiy masalasining optimal yechimini aniqlanishini o'rgatish.

**Masalaning quyilishi:** Ma'lumki o'yin nazariyasida ikkita qarama-qarshi bo'lgan tomonlarning munosabatlari aniqlanadi. Ya'ni ishlab chiqarish korxonasi bilan (taklif) iste'molchining talabi orasidagi munosabat aniqlanadi.

Korxonaning maxsulotlariga 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. (Jadval 1).

Jadval 1

| A tomon, taklif ishlab chiqarish ko'rxonasining 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             |

Jadval 1da 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 maxsulot ishlab chiqarishni ifodalaydi, ya'ni zarar, manfiy son esa, maxsulotni etmasligini ya'ni foydani ifodalaydi. Shunday qilib, tomonlar qarama-qarshi manfaatlarga ega.

1. Tomonlarning strategiyalarini aniqlang.
2. Tomonlarning strategiyalarini tanlashini nazarga olgan holda quyida o'yin matritsaga ega bo'lishini ko'rsating.

Jadval 2

| A tomoning strategiyalari 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 eger nuqtaga ega emas. Bu o'yin matritsa uchun optimal narxni aniqlaymiz.

Umuman aytganda o'yin narxi tomonlarining strategiyalarni tanlashda bog'liq va o'yin narxi har xil songa teng bo'lishi mumkin.

3. Bu narxlarni aniqlang.

Jadval 2dan keltirilgan o'yin matritsasiga matematik usulni qo'llab optimal yechimni, ya'ni o'yinning 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  $A_2$  strategiyani qabul qilar ekan.

6. Optimal yechimni hisoblang, 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.** Echim yagona o'yin narxi  $S = \frac{1}{8}$  ga teng, bu  $A$  tomon uchun zarar bo'lib  $B$  tomon uchun yutuq bo'lar ekan.

## AMALIY MASHGULOT №11

### Korxonalarning joylashtirishini mexiyati va joylashtirish rejasini hisoblash.

Umuman korxonalarni, shu jumladan maxsulot ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish bozor iqtisodiyoti sharoitida katta va hal qiluvchi ahamiyatga egadir.

Ishlab chiqarish korxonalarni ratsional joylashtirish masalasini yechishda ko'p sonli aloqalarni, bog'lanishlarni ko'rib chiqishni talab etadi, lekin bu bog'lanishlarning hammasini ham matematik tenglamalar orqali ifodalab bo'lmaydi, qiyinligi shundaki ko'p faktorlarni aniqlash uchun informatsiyalarning etmasligi, to'liq bo'lmaganligi, dinamik sharoitga mos bo'lgani ko'pqirrali bog'lanishga ega bo'lmagani uchun, soddalashibgina Chiziqli dasturlash usullarni qo'llab yechishga sabab bo'ladi.

**Magsad:** O'quvchilarga korxonalarni joylashtirishning mexiyatini chuqurroq tushuntirib, iqtisodiy matematik modelini tuzishga o'rgatish.

Korxonalarni joylashtirish rejasini hisoblashini mustaxkamlash.

Quyidagi savollarga javob qaytaring:

1. Ishlab—chiqarish korxonalaning joylashtirishining mexiyati nimada?
2. Joylashtirish masalasini tuzish qanday faktorlarga asoslanishi kerak.
3. Qanday korxonalarning maxsulotlari tez buziladigan hisoblanadi?
4.  $x_{ij}^k$  o'zgaruvchi nimani ifodalaydi?
5.  $y_j^k$  o'zgaruvchi nimani ifodalaydi?
6. Agar Boshlang'ich qiymatlar shartli yechimlar orqali quyidagi jadvalda berilgan bo'lsa, joylashtirish masalasining umumiy ko'rinishida iqtisodiy—matematik modeli tuzilsin (jadval 1)

Jadval 1

| Joylashtirish punktlari | Korxonalarning bir sutkada ishlab chiqarish quvvati t/sutka | Maxsulot 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 <sub>2</sub> | a <sup>5</sup> | U <sub>2</sub> <sup>5</sup> | C <sub>21</sub> | C <sub>22</sub> | C <sub>23</sub> | C <sub>24</sub> |
|                | a <sup>4</sup> | U <sub>2</sub> <sup>4</sup> | C <sub>21</sub> | C <sub>22</sub> | C <sub>23</sub> | C <sub>24</sub> |
| P <sub>3</sub> | a <sup>3</sup> | U <sub>3</sub> <sup>3</sup> | C <sub>31</sub> | C <sub>32</sub> | C <sub>33</sub> | C <sub>34</sub> |
|                | a <sup>2</sup> | U <sub>3</sub> <sup>2</sup> | C <sub>31</sub> | C <sub>32</sub> | C <sub>33</sub> | C <sub>34</sub> |

7. Korxonalarni joylashtirish shartlarini nazarga olgan holda, berilgan Boshlang'ich loyihalarning qiymatlariga ko'ra optimal reja tuzing.

Jadval 2

| Joylashtirish punktlari | Ishlab chiqarish quvvati t/sutka | Maxsulot birligining tannarxi l/m. so'm | Iste'molchilar punktlari va talablari t/sutka |                    |                    |                    |
|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                         |                                  |                                         | B <sub>1</sub>                                | B <sub>2</sub>     | B <sub>3</sub>     | B <sub>4</sub>     |
|                         |                                  |                                         | B <sub>1</sub> =25                            | B <sub>2</sub> =45 | B <sub>3</sub> =20 | B <sub>4</sub> =15 |
| P <sub>1</sub>          | a <sub>1</sub> <sup>1</sup> =20  | S <sub>1</sub> <sup>1</sup> =130        | C <sub>11</sub> =2                            | C <sub>12</sub> =4 | C <sub>13</sub> =3 | C <sub>14</sub> =6 |
|                         | a <sub>1</sub> <sup>2</sup> =55  | S <sub>1</sub> <sup>2</sup> =120        | C <sub>11</sub> =2                            | C <sub>12</sub> =4 | C <sub>13</sub> =3 | C <sub>14</sub> =6 |
| P <sub>2</sub>          | a <sub>1</sub> <sup>2</sup> =15  | S <sub>1</sub> <sup>2</sup> =140        | C <sub>21</sub> =3                            | C <sub>22</sub> =1 | C <sub>23</sub> =4 | C <sub>24</sub> =5 |
|                         | a <sub>2</sub> <sup>2</sup> =35  | S <sub>2</sub> <sup>2</sup> =110        | C <sub>21</sub> =3                            | C <sub>22</sub> =1 | C <sub>23</sub> =4 | C <sub>24</sub> =5 |
| P <sub>3</sub>          | a <sub>3</sub> <sup>1</sup> =40  | S <sub>3</sub> <sup>1</sup> =120        | C <sub>31</sub> =4                            | C <sub>32</sub> =2 | C <sub>33</sub> =3 | C <sub>34</sub> =3 |
|                         | a <sub>3</sub> <sup>2</sup> =70  | S <sub>3</sub> <sup>2</sup> =100        | C <sub>31</sub> =4                            | C <sub>32</sub> =2 | C <sub>33</sub> =3 | C <sub>34</sub> =3 |

8. Berilgan loyihalarni faqat birtadan variantlarini taqsimot usulini qo'llab, optimal reja quyidagi jadval 3 bilan ifodalanishini hisoblab ko'rsating.

Jadval 3

| Punktlar, narx ishlab chiqarish quvvati | Ishlab chiqarish quvvati Variantlar | Iste'molchilar va ularning talablari T.1 sutkada |                    |                    |                    |                   |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                                         |                                     | B <sub>1</sub> =25                               | B <sub>2</sub> =45 | B <sub>3</sub> =20 | B <sub>4</sub> =15 | F <sub>5</sub> =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 rejani 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 buyicha hisoblangan harajatlar eng kichik songa teng bo'ladi

## II.TAJRIBA MASHG'ULOTLAR

### TAJRIBA MASHG'ULOT №1

Quyida Gauss usuli yordamida matritsaga teskari bo'lgan matritsani topish dasturi keltirilgan:

Dasturda boshlang'ich qiymatlarini o'zgartirg matritsani son qiymatlarini kiriting

Maqsad : Tuzilgan dasturni operatorlarni 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;

Prosedure 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; 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[Ij]:=a[Ij]-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 tartibi | Ozod had | Matritsa elementlari |     |    | Topshiriq tartibi | Ozod had | Matritsa elementlari |    |    |
|-------------------|----------|----------------------|-----|----|-------------------|----------|----------------------|----|----|
| 1                 | 2        | 3                    |     |    | 1                 | 2        | 3                    |    |    |
| 1                 | 6        | 8                    | 3   | 2  | 2                 | 1        | 12                   | 5  | 2  |
|                   | 5        | 1                    | 2   | 3  |                   | 6        | -10                  | 3  | 4  |
|                   | 2        | 3                    | 4   | 5  |                   | 7        | 8                    | 11 | 17 |
| 3                 | 12       | 6                    | 5   | 2  | 4                 | 11       | 10                   | 3  | 0  |
|                   | 5        | -1                   | 2   | 3  |                   | 3        | 2                    | 12 | 6  |
|                   | 4        | 3                    | 15  | 1  |                   | 7        | 2                    | 8  | 3  |
| 5                 | 2        | 3                    | 5   | 1  | 6                 | 2        | -3                   | 2  | 5  |
|                   | 3        | 4                    | 1   | -1 |                   | 2        | 5                    | -2 | 8  |
|                   | 5        | 2                    | 4   | 3  |                   | 7        | 3                    | 2  | 4  |
| 7                 | 4        | 11                   | 3   | 5  | 8                 | -2       | 4                    | 6  | 8  |
|                   | 13       | -2                   | 9   | 0  |                   | 5        | -1                   | 2  | 1  |
|                   | 1        | 2                    | 3   | 4  |                   | 14       | 15                   | 16 | 13 |
| 9                 | 3        | 1                    | -4  | 7  | 10                | 2        | 3                    | -2 | 8  |
|                   | 11       | 13                   | 2   | 1  |                   | 1        | 3                    | 2  | 1  |
|                   | 1        | 5                    | 0   | 2  |                   | 7        | 5                    | 16 | -3 |
| 11                | 2        | -1                   | 11  | 7  | 12                | 7        | 15                   | 2  | 8  |
|                   | 3        | -2                   | 8   | 1  |                   | 2        | 11                   | 10 | 3  |
|                   | 6        | 7                    | 2   | 1  |                   | 1        | 6                    | 5  | -1 |
| 13                | 2        | -1                   | 1   | 10 | 14                | 1        | -2                   | 4  | 11 |
|                   | 3        | -3                   | -16 | 2  |                   | 2        | -3                   | 5  | 6  |
|                   | 4        | 1                    | -3  | 3  |                   | 3        | 7                    | 9  | 12 |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 2  | 2  | 4  | -5 | 16 | 18 | 0  | 1  | 12 |
|    | 8  | 12 | 15 | 1  |    | 1  | -1 | 3  | -3 |
|    | 6  | 7  | -2 | 0  |    | 3  | 2  | 1  | 5  |
| 17 | 5  | 4  | 3  | 4  | 18 | 3  | -1 | 5  | 7  |
|    | 3  | 1  | 2  | 1  |    | 2  | 2  | -2 | 11 |
|    | 2  | 5  | -7 | 9  |    | 1  | -2 | 1  | 18 |
| 19 | 17 | 5  | -8 | 3  | 20 | 3  | 12 | 3  | 4  |
|    | 3  | 4  | 1  | 16 |    | 2  | -2 | -6 | 3  |
|    | 1  | 3  | 3  | 17 |    | 5  | 7  | 9  | 11 |
| 21 | 1  | 3  | 3  | 1  | 22 | 2  | -1 | 8  | 2  |
|    | 2  | 2  | 4  | -5 |    | 18 | 0  | 1  | 12 |
|    | 8  | 12 | 15 | 1  |    | 1  | -1 | 3  | -3 |
| 23 | 5  | 4  | 2  | 1  | 24 | 2  | 2  | -2 | 11 |
|    | 3  | 1  | -7 | 9  |    | 1  | -2 | 1  | 18 |
|    | 2  | 5  | -2 | 3  |    | 3  | 5  | 7  | 13 |
| 25 | 17 | 5  | -8 | 3  | 26 | 3  | 12 | 3  | 4  |
|    | 3  | 4  | 1  | 16 |    | 2  | -2 | -6 | 3  |
|    | 1  | 3  | 3  | 17 |    | 5  | 7  | 9  | 11 |
| 27 | 3  | 11 | 4  | 1  | 28 | 3  | 2  | 12 | 1  |
|    | 13 | -4 | 3  | 2  |    | 1  | 3  | 11 | 8  |
|    | 1  | 0  | -3 | 4  |    | 4  | -5 | 17 | 3  |
| 29 | 7  | 2  | -3 | 2  | 30 | 8  | 2  | 13 | 2  |
|    | 1  | 4  | 11 | 6  |    | 3  | 2  | 16 | -3 |
|    | 11 | 2  | -3 | 7  |    | 2  | 1  | 11 | 1  |

## Tajriba ishi №2.

**Simpleks usul dasturi asosida optimallashtirish masalasini yechish.**

**Maqsad.** Optimallashtirish masalalarini yechishda dasturlarni qo'llashga talabalarni o'rgatish.

Masalaning sharti 4- amaliy 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('Ishlatiladigan xom-ashyolar 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 funktsiya koeffitsientlarini kiritish ');
      for j:=1 to n do
      begin
        write(j, '-koeffitsientni kiriting:'); readln(a[i,j]);
      end;
      write('Foydani kiriting:');
      readln(a[i,0]);
    end
    else
    begin
      writeln('      ', 'i, -tenglama koeffitsientlarini kiritish:');
      for j:=1 to n do
      begin
        write(j, '-koeffitsientni 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. ');
writeln(f);
write(f,'B = ( ');
for i:=1 to m do
begin
if i=m then write(f,a[i,0]:5:2,' )-xom-ashyo resursi. ')
else write(f,a[i,0]:5:2,' ');
end;
writeln(f);
writeln(f);
write(f,'C = ( ');
for j:=1 to n do
begin
if j=n then
write(f,abs(a[m+1,j]):5:2,')-bir birlik mahsulotdan olinadigan foyda darajasi.')
else write(f,abs(a[m+1,j]):5:2,' ');
end;
writeln(f);
writeln(f);
writeln(f,' Xom - ashyoning 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 m+1 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;
  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;
  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: clscr;
  writeln('          NATIJA ');

writeln('=====');
writeln('Eng katta foydaga erishish uchun ishlab chiqarilishi kerak bo'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 xom-ashyolarning 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
olishmgiz mumkin.');
```

```
writeln(f,' 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
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,'Ortib qolgan xom-ashyolarning 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.

$B = (700.00, 300.00, 150.00, 0.00)$  - xom-ashyo resurslari (tonna).

$C = (100.00, 110.00, 120.00)$  - bir birlik mahsulotdan olinadigan sof foyda darajasi. (ming so'm)

Maxsulot ishlab chiqarish uchun xom - ashyolarning 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   | 10.30   | 10.00 | 10.00 |  |
| 300.00   | 10.00   | 11.00 | 10.00 |  |
| 300.00   | 10.00   | 10.00 | 11.00 |  |
| 69000.00 | -100.00 | 10.00 | 10.00 |  |

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 xom-ashyolarning o'lchov birliklari:

$x[4]=0$

$x[5]=30.00;$

$x[6]=0$

$x[7]=0$

Eng katta foyda:

$F=109000$  ming so'm

**Topshiriq.** №5 amaliy mashg'ulotga keltirilgan qiymatlarga ko'ra simpleks usuli dasto'rini qo'llab, natijalar bu yechim bilan ( $F=109000$  ming so'm) taqqoslansin.

### Tajriba ishi №3

#### Iqtisodiy jarayonlarni matematik modelini aniqlash.

**Masalaning qo'yilishi.** Jarayonlarning bog'lanishi quyidagi jadvalda berilgan.

Jadval.

| Banklar | Mehnat unumdorligi<br>(jihoz.soat) | Ishlarni avtomatlashtirish<br>koeffitsienti |
|---------|------------------------------------|---------------------------------------------|
| 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, jarayonlarni bog'liqligini matematik modelini aniqlang.

**Maqsad.** Dasturdan foydalanib shaxsiy kompyuterda jarayonlarni matematik modelini tuzishni o'rgatish.

#### LEchish:

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 normal tenglamalar sistemasi hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} \sum Y_i = a_0 n + a_1 \sum x_i \\ \sum Y_i x_i = a_0 \sum x_i + a_1 \sum x_i^2 \end{cases}$$

bu sistemada qatnashgan yig'indilarni quyidagi blok – sxema va dastur orqali aniqlaymiz.

Jarayonlarni matematik modeli  $a_0$  va  $a_1$  aniqlangandan keyin tanlangan formulaga qo'yib matematik modelni aniqlaymiz.

**II.** Matematik modelni dastur orqali eng kichik kvadratlar usulida ham aniqlash mumkin, buning uchun algoritmning blok - sxemasini aniqlab, dasturni Paskal tilida tuzamiz.

# Algoritmining blok-sxemasi

Дастур Паскал тилида

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:

$Y = A_0 + A_1 X$  Matematik model.

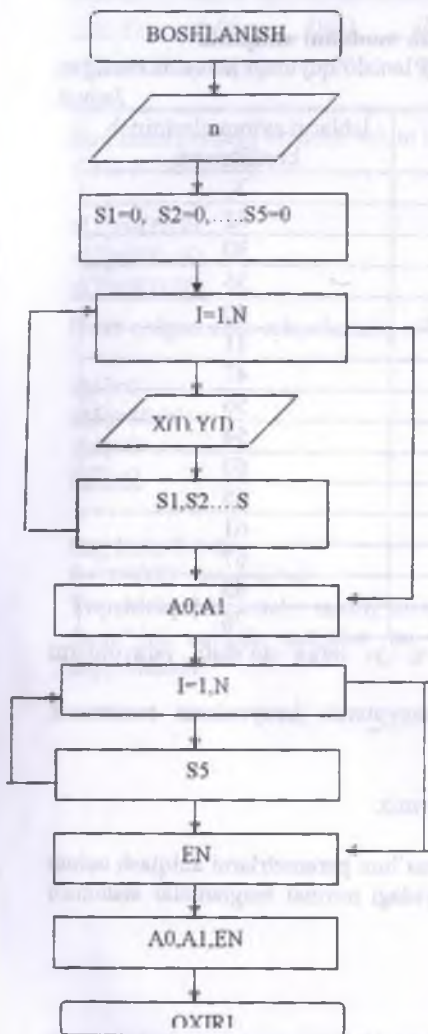
$X = S_1$

$X^2 = S_2$

$Y = S_3$

$X * Y = S_4$

$\frac{|Y(I) - Y_2(I)|}{Y(I)} = S_5$



### Tajriba ishi №4

#### Prognoz masalasini dastur orqali aniqlash.

Matematik modelni grafik orqali aniqlab bo'lmagan holda matematik modelni bir necha funktsiyalar 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 |
| $Y_i = Y + N$ |   |     |   |     |     |     |   |     |     |      |

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

$Y_i = Y + N$  bunda N o'quvchi shifrining oxirgi raqami)

I. Matematik model 7-ta formula (model) 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,k4,1,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, Ygoyo'l:real;

Ygayo'l,Xar,Xgeo,Ygeo,Ygar,yar,xgar,ya,3d,odlr:real;

ml,m2,m3,in4, dl, v, t, tp5, tpol, tgl, go, t5, tol, glr:real;

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(tXl,'c:\tp6\YFILES2.TXT');

RESET(TXl);

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[I,J;2:2];
END;
FOR I:= 1 TO N DO BEGIN
VAL(QS1[I],Y[I3,JN1]);
gotoxy(30,i+2);
WRITELN(f 'Y{,1,f3=I,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,i] =x[i]:5:2, ', 'y[i,i] = ',U[i]:5:2,

'w[i,i] = ',w[i]:5:2, ', O[i,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] + sqrt((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'рта arifmetik qiymat xa = ', xa : 2 : 2);
sdl := 0; ml := 0; m3 := 0; m4 := 0; m2 := 0;
for i := 1 to n do
begin
tgi := 2.62; t5 := 1.73; tol := 3.61;
u[i] := x[i] - xa; sdl := sdl + u[i] * u[i];
m1 := ml + u[i]; m2 := m2 + u[i] * u[i];
m3 := m3 + u[i] * u[i] * u[i]; m4 := m4 + sqrt(sqr(u[i]));
end;
ml := jml / n; m2 := m2 / n; m3 := m3 / n;
sd := m2;

```

```

sx:=m2/(n-1);
sl:=sqrt(sd);
s2:=sqrt(sx);
v=s2*100/xa
wri teln ('o'rtta kvadratik farqlanish s1=', s1: 2: 2);
wri teln ('nazariy o'rtta kvadratik farqlanish s2=', s2:2:2);
wri teln {'dispersiya (2-markaziy moment) sd=', sd: 2: 2);
wri teln ('* nazariy dispersiya sx=', sx: 2: 2);
wri teln ('markaziy moment
ml=', m1:2:2, 'm3=', m3:2:2, 'm4=', m4:2:2);
wri teln ('VARIATsIYa KOEFFITsIENTI V=', v:2:2);
readln;
wri teln ('ShUBHALI ELEMENTLARNI TEKShIRISH BOSQICHl');
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<=tgl 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 muloxaza 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`plamdap chkkarish 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('malumotlar taqsimot normalligim tekshirishga
tayyor');
if v<33 then begin
g1=m3/exp(1.5*ln(m2));g2=m4/m2*m2-3;
G11=sqrt(n-1)*g1/(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 (' EMPIRIK FORMULANI TANLASH BOSQICH1' );
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',har:5:2);
writeln('x geometrik ',xgeo:5:2);
writeln('X garmonik ',Xgar: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 yayo'l:=y[i], ar:=1;
end;
if Xgeo=x[i] then begin ygoyo'l:=y[i]; geo:=1;
end;
if Xgar=x[i] then begin ygayo'l:=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:Yayo'l:=y[n3-1] + ( (y[n3]-y[n3-1]) / (x[n3] -x[n3-1]) ) *

```

```

*(Xar-x[n3-l]);
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: Ygoyo'1:=y[nl-l] + ( (y [nl]-y [nl-1])/(x[nl]-x[nl-1]))*
*(Xgeo-x[nl-l]); 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: Ygayo'1:=y[n2-l]+((y[n2]-y[n2-l])/<x[n2]-x[n2-1]))*
*(Xgar-x[n2-l]); end;
writeln('Y arifmetik yo'ldo'zcha', Yayo'1: 5 : 2);
writeln (' Y geometrik yo'ldo'zcha', Ygoyo'1 : 5 : 2);
writeln('Y garmonik yo'ldo'zcha', Ygayo'1 : 5 : 2);
readln; clrscr;
writeln ('          3-BOSQICH          ');
p[1] :=abs(Yayo'1-Yar); writeln ('1:=',p[1]:5:2);
p[2] :=abs(Ygoyo'1-Ygeo); writeln ('2:=',p[2]:5:2);
p[3] :=abs(Yayo'1-Ygeo); writeln ('3:=',p[3]:5:2);
p[4] :=abs(Ygayo'1-Yar); writeln ('4:=',p[4]:5:2);
p[5] :=abs(Yayo'1-Yar); writeln ('5=',p[5]:5:2);
p[6] :=abs(Ygayo'1-Ygar); writeln ('6=',p[6]:5:2);
p[7] :=abs(Ygoyo'1-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 MODELNI FORMULASI y=ax+b
Chiziqli');
2:writeln(' MATEMATIK MODELNI FORMULASI y=ax^b
darajali');
3:writeln (' MATEMATIK MODELNI FORMULASI y=ab^x
ko'rsatkichli');
4: writeln (' MATEMATIK MODELNI FORMULASI y=a+b/x
giperbolik');
5:writeln (' MATEMATIK MODELNI FORMULASI y=1/(ax+b)
ratsional');
6:writeln (' MATEMATIK MODELNI FORMULASI y=x/(ax+b)
ratsional);
7:writeln (' MATEMATIK MODELNI FORMULASI y=algx+b
logorifmik ');

```

```

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(' KORREL'YaTsIYa KOEFFITsIENT!* ', G: 2: 2);
sr:=sqrt(1-r*r)/sqrt(n-2);
write ln (' korrelyatsiya koeffitsienta xatoligi ', sr: 2: 2);
if r>=ts then
writeln('korrelyatsiye bog'lanish muhim')
else writeln('korrelyatsion bog'lanish muhim emas*');
sy:=sy/(n-1); sx:=sx/(n-1);
writeln('u-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]:=-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] :=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 AHAMIYA TGA EGA ' );
Writeln (' O BO'LSA AHAMIYA TGA EGA EMAS ' );
WRITELN (' _____ ');
WRITELN (' | K | a koef-tni | b koef-tni | nisb |qoldiq | Fisher | ');
WRITELN (' |baholash|baholash|xatoligi |dispertsiya|mezonl | ');
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[1];
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[1]:5:2. 'qoldiq dispertsiya eng kichik ');
min:=st[1];
for k:=1 to 7 do begin
if min>=st[k] then begin min:=st[k]; l:=k; end; end;
writeln(l, '-tenglama tajriba -natijalarini baholaydi');
writeln('chunki', st[1]:5:2. 'qoldiq dispertsiya 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 K
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
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'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
GIPERBOLIK Y=',a:5:4, '/x+', b:5:4);

```

```

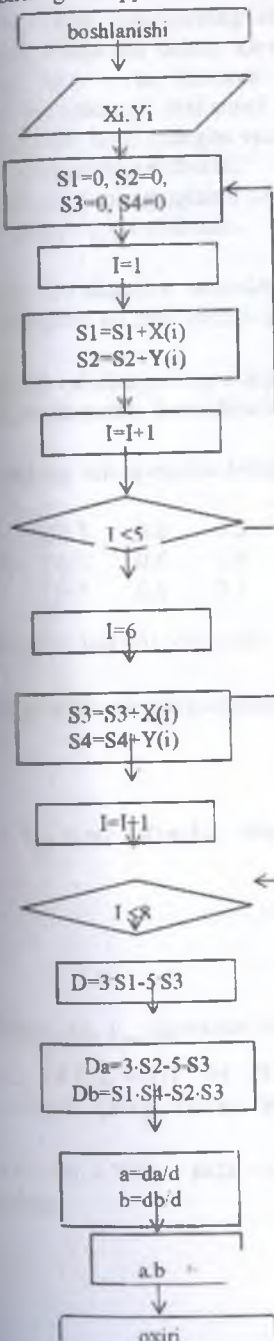
writeln;
mng;end;
5:begin for i:=1 to n do begin z[i]:=1/y[i], p[i]=x[i];
end;mnk;
for i:=1 to n do begin
w[i]:=1/z[i]; end;
a:=c; b:=d;
WRITELN(k,'-REGRESSIYa TENGLAMASINING UMUMIY
RATsIONAL Y=, '1/', '(,a:5:4, 'x+'b:5:4,') ');
writeln;
mng; end;
6: begin for i:=1 to n do begin z[i]:=x[i]/y[i]; p[i]=x[i];
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.

```

## Tajriba ishi №5

### I. 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 so'm=array [1..8] of real;
function so'm(a,b:byte, m: so'm) : real;
var so'm1: real; I: byte;
begin
for I:=a to b do so'm1:=so'm1+m[I];
so'm:=so'm1;
end;
var i: byte,x,y; so'm;x1,x2,y1,y2,a,b,d, d1, d2: real;
begin
for I:=1 to 8 do
readln(x[i], y[i]);
x1:=so'm(1,5,x); y1:=so'm(1,5,y);
x2:=so'm(6,8,x); y2:=so'm(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.

```



## Tajriba ish №6

### Sohalararo balansning optimizasion 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 hisoblanib, hosil qilingan yechimlar tahlil etilsin:

- 1) optimallikka nisbatan;
- 2) Resurslarning qiymati va dajasiga nisbatan;
- 3) Sezgirligiga nisbatan.

Izoh: Qo'shimcha resurslarga ( $R$ ) va mahsulotni oxirgi sotish narxi ( $P$ ) ga shifringizni qo'shib ishni bajarish keark, ya'ni

$$R_i = R + N, P_i = P + N$$

bunda  $N$  shifringizning oxirgi ikkita raqami.

Ishlab chiqarish hajmi hisoblansin.

Boshlang'ich qiymatlar berilganda:

$$D = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.6 & 0.5 & 0.9 & 1.1 \\ 0.6 & 0.6 & 0.8 & 0.4 & 0.2 \\ 0.5 & 0.9 & 0.1 & 0.8 & 0.7 \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} 564 \\ 298 \\ 467 \end{bmatrix}$$

$p = (121 \ 164 \ 951 \ 254 \ 168)$  – mahsulotlarning narxlari

oxirgi talab narxini maksimallashtirish talab etiladi,

$$\begin{aligned} \bar{C}_{opt} = \bar{p}(J - A) &= (121 \ 164 \ 951 \ 254 \ 168) \cdot \begin{bmatrix} 0.98 & -0.03 & -0.09 & -0.06 & -0.06 \\ -0.01 & 0.95 & -0.06 & -0.06 & -0.04 \\ -0.01 & -0.02 & 0.96 & -0.05 & -0.08 \\ -0.05 & -0.01 & -0.08 & 0.96 & -0.03 \\ -0.06 & -0.01 & -0.05 & -0.05 & 0.95 \end{bmatrix} = \\ &= (2.75 \ 75.5 \ 882 \ 155.03 \ 90.4) \end{aligned}$$

Keyin esa,  $y_{opt}$  qiymatini hisoblaymiz:

$$\begin{aligned} y_{opt} = \bar{p} \cdot \bar{C}_{opt} &= (121 \ 164 \ 951 \ 254 \ 168) \cdot (2.75 \ 75.5 \ 882 \ 155.03 \ 90.4) = \\ &= (332.75 \ 12382 \ 838782 \ 39377.62 \ 15187.2) \end{aligned}$$

$y = 2.75x_1 + 75.5x_2 + 882x_3 + 155.03x_4 + 90.4x_5$ , 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 echib hosil qilamiz:

$$y_{MAX} = 3.28545000E + 05 = 328545$$

$$M_1 = 6.58750E + 02 = 658.75$$

$$M_2 = 5.860E + 02 = 586$$

$$x_1 = 3.77750E + 02 = 377.75$$

$$M_3 = 0.0E + 00 = 0$$

$$x_2 = 3.7250E + 02 = 372.50$$

$$M_4 = 2.85970E + 02 = 285.97$$

$$x_3 = 4.29750E + 02 = 429.75$$

$$M_5 = 1.3010E + 02 = 130.10$$

$$M_6 = 0.0E + 00 = 0$$

$$M_7 = 1.10250E + 03 = 1102.5$$

$$M_8 = 0.0E + 00 = 0$$

Ikki yoqlama masalani mos ravishda echamiz:

$$y = \bar{x} \cdot \bar{n} \rightarrow \min;$$

$$\bar{x} D \geq \bar{p}(I - A);$$

$$x \geq 0;$$

$$y = 121x_1 + 164x_2 + 951x_3 + 254x_4 + 168x_5 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 0.3x_1 + 0.6x_2 + 0.5x_3 \geq 2.75 \\ 0.6x_1 + 0.6x_2 + 0.9x_3 \geq 75.5 \\ 0.5x_1 + 0.8x_2 + 0.1x_3 \geq 88.2 \\ 0.9x_1 + 0.4x_2 + 0.8x_3 \geq 155.03 \\ 1.1x_1 + 0.2x_2 + 0.7x_3 \geq 90.4 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

Masalani simpleks usulida EHM da echib 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:

$$\bar{x}_{\text{opt}} = \begin{pmatrix} 377.75 \\ 0 \\ 372.50 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Ya'ni, yechimdan ma'lumki faqat 1-chi va 3-chi soha bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish kerak ekan, bu mahsulotlarning hajmlari 377,75 birlik va 372,50 birlikga teng. Qolgan 2-chi, 4-chi, 5-chi sohalar bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish kerak emas.

Oxirgi talabning yalpi narxi teng:  $y_{\text{max}} = 328545$

$$\bar{C}_{\text{opt}} = (I - A) \cdot \bar{x}_{\text{opt}} = \begin{pmatrix} 0.98 & -0.03 & -0.09 & -0.06 & -0.06 \\ -0.01 & 0.95 & -0.06 & -0.06 & -0.04 \\ -0.01 & -0.02 & 0.96 & -0.05 & -0.08 \\ -0.05 & -0.01 & -0.08 & 0.96 & -0.03 \\ -0.06 & -0.01 & -0.05 & -0.5 & 0.95 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 377.75 \\ 0 \\ 372.50 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} 0.98 \cdot 377.75 + 0 \cdot (-0.03) + (-0.09) \cdot 372.50 + 0 \cdot (-0.06) + 0 \\ (-0.01) \cdot 377.75 + 0.95 \cdot 0 + (-0.06) \cdot 372.50 + 0 + 0 \\ (-0.01) \cdot 377.75 + 0 + 0.96 \cdot 372.5 + 0 + 0 \\ (-0.05) \cdot 377.75 + 0 + (-0.08) \cdot 372.5 + 0 + 0 \\ (-0.06) \cdot 377.75 + 0 + (-0.05) \cdot 372.5 + 0 + 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 336.67 \\ -26.1275 \\ 353.8225 \\ -48.6875 \\ -41.29 \end{pmatrix}$$

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.

$$y_{\text{opt}} = \bar{p} \bar{C}_{\text{opt}} = (332.75 \quad 12382 \quad 838782 \quad 39377.62 \quad 15187.2).$$

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          |

## Standart funktsiyalar

| Funktsiya<br>ning<br>Paskaldagi<br>ifodasi | Funktsiyaning<br>matematik ifodasi                                           | Argument turi                 | Funktsiyaning turi        |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| ABS(x)                                     | $ x $                                                                        | REAL, INTEGER                 | REAL, INTEGER             |
| LN(x)                                      | $\ln x$                                                                      | REAL, INTEGER                 | REAL, REAL                |
| SIN(x)                                     | $\sin x$                                                                     | REAL, INTEGER                 | REAL, REAL                |
| COS(x)                                     | $\cos x$                                                                     | REAL, INTEGER                 | REAL, REAL                |
| EXP(x)                                     | $e^x$                                                                        | REAL, INTEGER                 | REAL, REAL                |
| SQR(x)                                     | $x^2$                                                                        | REAL, INTEGER                 | REAL, INTEGER             |
| SQRT(x)                                    | $\sqrt{x}$                                                                   | REAL, INTEGER                 | REAL, REAL                |
| ARCTAN(x)                                  | $\arctg x$                                                                   | REAL, INTEGER                 | REAL, REAL                |
| TRUNC(x)                                   | Sonning butun qismini<br>olish:                                              | REAL                          | INTEGER                   |
| ROUND(x)                                   | Sonni yaxlitlash                                                             | INTEGER, CHAR,<br>BOOLEAN     | INTEGER, INTEGER          |
| PRED(x)                                    | x dan oldin keluvchi<br>element                                              | INTEGER, CHAR,<br>BOOLEAN     | INTEGER, CHAR,<br>BOOLEAN |
| SUCC(x)                                    | x dan keyingi element                                                        | INTEGER, CHAR,<br>BOOLEAN     | INTEGER, CHAR,<br>BOOLEAN |
| ORD(x)                                     | Simvollar to'plamida x<br>ning tartib nomerini<br>aniqlash                   | CHAR                          | INTEGER                   |
| CHR(I)                                     | Simvolni simvollar<br>to'plamidagi I- tartib<br>nomeri bo'yicha aniq<br>lash | INTEGER                       | CHAR                      |
| ODD(x)                                     | Sonning juftligini aniq<br>lash                                              | INTEGER, x-tok<br>yoki x-juft | BOOLEAN<br>TRUE, FALSE    |

## Kalitli so'zlar

|          |                              |           |                |
|----------|------------------------------|-----------|----------------|
| AND      | va                           | MOD       | modul          |
| ARRAY    | massiv                       | NOT       | yo'q           |
| BEGIN    | boshlanishi                  | OR        | yoki           |
| CASE     | variant                      | OF        | undan          |
| Const    | konstanta                    | PACKED    | upakovkali     |
| DIV      | buto'nga bo'lish             | PROCEDURE | protsedura     |
| DO       | bajarish                     | PROGRAM   | dastur         |
| DOWNTO   | aytilgangacha<br>kamaytirish | TO        | gacha oshirish |
| ELSE     | aks holda                    | REPEAT    | takrorlash     |
| END      | oxiri                        | SET       | to'plam        |
| FILE     | fayl                         | THEN      | unda           |
| FOR      | uchun                        | RECORD    | yo'zish        |
| FUNCTION | funktsiya                    | TYPE      | tip            |
| GOTO     | o'nga o'tish                 | UNTIL     | o'ngacha       |
| IF       | Agar                         | VAR       | o'zgaruvchi    |
| IN       | ichida                       | WHILE     | hozircha       |
| LABEL    | metka                        | WITH      | bilan (s)      |

## Amal belgilari

| Arifmetik amallar   |                         |
|---------------------|-------------------------|
| +                   | (qo'shish)              |
| -                   | (ayirish)               |
| *                   | (ko'paytirish)          |
| /                   | (bo'lish)               |
| DIV                 | (butun bo'lish)         |
| MOD                 | Bo'lishda qoldiq topish |
| Munosabat belgilari |                         |
| >                   | (katta)                 |
| <                   | (kichik)                |
| <=                  | kichik yoki teng)       |
| >=                  | katta yoki teng         |
| =                   | teng                    |
| <>                  | teng emas               |

| Mantiqiy belgilar |                         |
|-------------------|-------------------------|
| NOT               | inkor                   |
| OR                | mantiqiy qo'shish       |
| AND               | mantiqiy ko'paytirish   |
|                   |                         |
|                   |                         |
|                   |                         |
| To'plam belgilari |                         |
| *                 | to'plamning kesishishi  |
| +                 | to'plamning birlashishi |
| -                 | to'plamning farqi       |
| IN                | to'plamga tegishliligi  |
|                   |                         |
|                   |                         |

| Skaler turlari     |           |
|--------------------|-----------|
| Paskalda yozilishi | Tarjimasi |
| INTEGER            | Butun     |
| REAL               | Haqiqiy   |
| BOOLEAN            | Mantiqiy  |
| CHAR               | Literli   |

| Amallarni bajarish tartibi |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| NOT                        | Inkor qilish amali            |
| *, /, DIV, MOD, END        | Ko'paytirish turidagi amallar |
| +, -, OR                   | Qo'shish turidagi amallar     |
| <, >, <=, >=, <>, =, IN    | Munosabat belgilari           |
|                            |                               |

## Testlar

### 1. Mahsulot ishlab chiqarish masalasining iqtisodiy-matematik modelida (IMM) cheklanishlari nimani ifodalashi mumkin?

- a) tyokislikni ifodalaydi,
- b) gipertyokislikni ifodalaydi,
- c) ko'pburchakli yechimlar sohasini ifodalaydi,
- d) yarimtyokislikni ifodalaydi,

### 2. Mahsulot ishlab chiqarish masalasining maqsad funksiyasi nimani ifodalaydi?

- a) chiziqni ifodalaydi,
- b) egri chiziqni ifodalaydi,
- c) tyokislikni ifodalaydi,
- d) ishlab chiqariladigan mahsulotlardan olinadigan umumiy sof foydani,

### 3. Chizma «a»-da keltirilgan grafikdan qaysi turdagi mahsulotdan olinadigan sof foyda maksimumga ega ekanligini aniqlang.

- a)  $x_2$  - chi turdagi mahsulotdan,
- b)  $x_1$  va  $x_2$ -chi turlardagi mahsulotlarning yifindisidagi olinadigan sof foyda,
- c)  $x_1$  - chi turdagi mahsulotdan,
- d) ko'pburchakli yechimlar sohasida.

### 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 traektoriyasi

### 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)

$$2. x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \quad (2)$$

$$3. F(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max \quad (3)$$

$$b) 2x_1 + 3x_2 \geq 1 \quad (1)$$

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

$$F(x) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max \quad (3)$$

$$c) 2x_1 + 3x_2 \leq 1 \quad (1)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \leq 0 \quad (2)$$

$$F(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max \quad (3)$$

$$d) x_1 + 3x_2 \geq 1 \quad (1)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 1 \quad (2)$$

$$F(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max \quad (3)$$

6. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasining iqtisodiy-matematik modelida maqsad funktsiya

$$S_1x_3 + S_2x_4 = h \text{ grafikda ifodalaydi.}$$

a) egri chiziqni grafikda ifodalaydi,

b) parabola chiziqini,

c) maqsad funktsiya chiziqini,

d) cheklanishlarni grafikda ifodalaydi,

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 funktsiyaning eng katta yoki eng kichik qiymatlari aniqlanadi.

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 funktsiyaning ekstremal qiymatlarini.

d) ko'pburchakli yechimlar sohasini aniqlab bo'lmaydi,

9. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasini  $n > 2$ -da bo'lganda, grafik usulda echganda quyidagi shart bajarilishi kerak:

a) cheklanishlar soni uchun  $m - n - 2$

b) maqsad funktsiya uchun  $F(x) = \sum_{d=1}^m C_d K_d$

c) o'zgaruvchilar soni uchun  $m = n - a$ ,

d) musbatlik sharti uchun:  $x_0 \leq 0$

10. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasida IMM-da o'zgaruvchilar  $x_j$ , bunda  $j = 1, 2, 3, 4$  ko'rinishida bo'lsa, necha o'zgaruvchilarning qiymatlari hisoblash kerak.

a) birta o'zgaruvchining qiymatini

b) ikkita o'zgaruvchining qiymatini,

c) uchta o'zgaruvchining qiymatini,

d) to'rtta o'zgaruvchining qiymatini,

11. Mikroiqtsodiy 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,

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

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

14. Firma qorishma masalasida ( $\sum_i x_{ij} = b_i$ ) maqsad funktsiya  $F(x_1, x_2, x_3)$

ko'inishda 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,

15. Firma qorishma masalasini optimal qiymati bazis yechimga nisbatan qanday holatda bo'ladi?

- a)  $F_{\text{basis}}(x) < F_{\text{opt}}(x)$ ,
- b)  $F_{\text{basis}}(x) = F_{\text{opt}}(x)$ ,
- c)  $F_{\text{basis}}(x) \geq F_{\text{opt}}(x)$ ,
- d)  $F_{\text{basis}}(x) > F_{\text{opt}}(x)$ ,

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,

17. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasining optimal rejasidan qaysi 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,

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,

19. Optimal reja qanday tahlil etiladi.

- a) sonli qiymatlar tahlil etiladi,
- b) ishlab chiqaradigan mahsulotlar Chegaralarni qanoatlantiradi,
- c) maqsad funktsiya tekshiriladi,
- d) maqsad funktsiya qatori tekshiriladi,

20. Firmani mahsulot ishlab chiqarish masalasida maqsad funktsiya necha usulda hisoblanadi?

- a) to'rtburchaklar ta'rifi asosida,
- b) simpleks jadvalning ikkita ustuni,
- c) ikkita usul yordamida,
- d) birlik matritsa elementlari orqali,

21. O'rash materiallarni optimal masalasida qo'shimcha maqsad funktsiya qatori, 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,

22. Iste'molchilarning talablari aniq bo'lmaganda quyidagi usulda foydalaniladi.

- a) grafik usul,
- b) eng kichik kvadratlar usuli,
- c) dinamik usul,
- d) statistik usul,

23. Ikki yoqlama masalalar quyidagi usullar asosida optimallashtiriladi.

- a) o'rtacha qiymatlar usulida,
- b) stoxastik usul asosida,
- c) tanlangan nuqtalar asosida,
- d) simpleks usulida,

24. Ustun  $R_j$  da o'zgaruvchilarning indeksleri o'zgarishining iqtisodiy ma'nosi quyidagicha:
- a) yangi o'zgaruvchilar optimal rejaga kinnaydi.
  - b) yangi o'zgaruvchilar optimal rejaga kiradi,
  - c) yangi o'zgaruvchilar katta foyda keltirilmaydi.
  - d) bu o'zgaruvchilar yechimini hosil etmaydi,
25. Necha iteratsiyada maqsad funksiya  $F(x_1, x_2, x_3, x_4)$  optimal qiymatga ega bo'ladi?
- a) birta iteratsiyada.
  - b) ikkita iteratsiyada,
  - c) uchta iteratsiyada,
  - d) to'rtta iteratsiyada,
26. Ekonometrik tenglamalar tizimlari prognozlashda foydalanadimi?
- a) milliy daromad hisoblanishi mumkin,
  - b) milliy daromadni hisoblaydi.
  - c) milliy daromad prognoz masalasi,
  - d) milliy daromadni balkim hisoblash mumkin,
27. Tasodifiy hodisaning Chiziqli qismi quyidagi bosqichda hisoblanadi.
- a) ikkinchi bosqichda.
  - b) ikkita parametрни optimallaganda.
  - c) birinchi bosqichda.
  - d) uchinchi bosqichda,
28. Quyidagi analitik borlanishlar tasodifiy hodisalarga kirmaydi.
- a) viloyat bo'yicha paxta hosildorligi,
  - b) viloyat bo'yicha ob-havo temperaturasi,
  - c) ishlab chiqarish funksiyasi uchta parametrdan borliq bo'lgan holda,
  - d) milliy daromadni matematik modeli,
29. Taklif va talab masalasida musbat son korxona uchun nimani ifodalaydi?
- a) strategiyani ifodalaydi,

- b) yutuqni,
- c) yutqazishni,
- d) rejani,

30. O'yinning optimal narxi quyidagi usulda aniqlash mumkin:

- a) hisoblash asosida,
- b) egar nuqtani aniqlash usulida,
- c) maksimin va minimaks usulida,
- d) matematik usul asosida,

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,

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) 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,

34. Ma'lum davrda tovarlar va xizmatlar sotilishidagi shart-sharoitlar majmuasi – bozor kon'yunkturasini bildirsa uning iqtisodiy ko'rsatkichlari quyidagilar hisoblanadi:

- a) taklif va talab muvozanati,
- b) baholar darajasi,
- c) bozorda mahsulotlarni sotish hajmi,
- d) pul muomalasi,

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,

36. Mamlakat iqtisodiy Mamlakat iqtisodiy konyunkturani tahlil qilish quyidagi mikroiqtisodiy ko'rsatkichga asoslanadi:

- a) import qilish ko'rsatkichi,
- b) tovar ishlab chiqarilishi,
- c) talab va taklif,
- d) talabning qondirish darajasi,

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 holatini bildiradi,
- d) talab – narx – taklif kategoriyalari tengligi,

38. Yangi tejamlı texnologiyalarni ishlab chiqarish va mahsulot ishlab chiqarishda qo'llash natijasida:

- a) dotatsiyalar taklif chizirini siljiydi,
- b) muvozanat narx kamayadi ( $r_1 < p$ ),
- c) kam harajatli mahsulot avvalgi hajmlarda saqlanib qoladi,

d) taklif egri chiziri chap tomon yuqoriga siljmaydi,

39. Inflyatsion holatlar quyidagi holatlar ko'rinishida uchramaydi:

a) iste'molchilarning daromadi o'sishi o'rinli bo'lib, korxonaning shart-sharoiti yaxshilanmasa, bu holatda narxni nazorat qilib bo'lmaydi, bu holatni talabning inflyatsiyasi deyiladi,

b) iste'molchilarning daromadlari amalga oshmasdan, ishlab chiqaruvchilarni harajatlari oshib borsa, bu holat harajatlar inflyatsiyasi hisoblanadi,

c) taklif qiladigan mahsulotlar hajmi o'zgarmasdan qolib, aylanma pul juda ko'p oshsa, pul inflyatsiyasi holati hisoblanadi,

d) real sharoitlarda inflyatsiya ko'p sabablardan bo'liq emas,

40. Ishlab chiqarish funktsiyasi grafik ko'rinishda izokvanta oilasi orqali ifodalansa, izokvanta turlari bo'la oladi:

a) Chiziqli izokvantalar turi,

b) darajali ishlab chiqarish funktsiya izokvantalari,

c) mustahkam o'zaro to'ldiruvchi resurslar izokvantasi,

d) kesimli (siniq Chiziqli) izokvantalar ishlab chiqarish obyektlarning texnologik imkoniyatini aniqroq ifodalamaydi,

41. Obyekt (jarayon)lar istiqbolini quyidagi usulda aniqlash mumkin:

a) matematik usullar yordamida,

b) statistik usullar yordamida,

c) dinamik qatorlarni ekstrapolyatsiya qilish yo'li bilan,

d) grafik usulda aniqlab bo'ladi,

42. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida cheklanishlar qanday ko'rinishda bo'ladi.

a) Chiziqsiz,

b) yuqori tartibli,

c) manfiy son,

d) Chiziqli.

43. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida maqsad funktsiya qanday ko'rinishda bo'ladi?

- a) vektor,
- b) vektorlar yirindisi,
- c) o'zgaruvchilar yirindisi,
- d) vektorlarni skalyar ko'paytmalari,

44. Jarayonlarning matematik modellari qaysi usul yordamida tuziladi?

- a) hisoblash usulda,
- b) kvadrat usulida,
- c) eng kichik kvadratlar usuli,
- d) simpleks usulida,

45. Ifodani geometrik ma'nosini aniqlang, agar  $4x_1 - 3x_2 \leq 12$   $x_1 \geq 4$   $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$  matematik model berilgan bo'lsa:

- a) tyokislik,
- b) uchburchak,
- c) yarimtyokislik,
- d) to'g'ri chiziq,

46. Korxonalarni mahsulot ishlab chiqarish masalasida, optmallashtirish qaysi usul yordamida bajariladi?

- a) taqsimot,
- b) statistik,
- c) Differensial renta,
- d) simpleks.

47. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida maqsad funksiya qanday qiymat bo'ladi.  $(F(x))$ ?

- a) max yoki min.
- b) max va min,
- c) nol son,
- d) cheksiz son,

48. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasida.  $F_6(x)$  maqsad funksiyasining qiymati aniqlansin, agar IMM berilgan bo'lsa,

$$\left. \begin{array}{l} 6x_1 + 6x_2 \leq 36 \\ 4x_1 + 2x_2 \leq 20 \\ 4x_1 + 8x_2 \leq 40 \end{array} \right\} \quad (1) \quad x_1, x_2 \geq 0$$

(2)

$$F(x) = 12x_1 + 15x_2 \Rightarrow \max \quad (3)$$

a) 0,

b)  $2\frac{1}{2}$ ,

c) 15.

d) 25,

49. Amaliy matematikaning yo'nalishlarini aniqlang.

- a) Chiziqli programmalashtirish,
- b) statistik yechimlar nazariyasi,
- c) butun sonli programmalashtirish,
- d) musbat sonlar nazariyasi,

50. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida maqsad funksiyaning optimal qiymatini aniqlang, optimal yechim qanday ko'rinishda bo'ladi?

- a) boshqarish vektori,
- b) boshqarish vektorlar,
- c) aniq son,
- d) butun sonlar to'plami,

51. Chiziqli programmalashtirish modellaridagi o'zgaruvchilar qaysi chorakda joylashishi kerak?

- a) ikkinchi,
- b) birinchi,
- c) to'rtinchi,
- d) beshinchi,

52. Ko'pburchakli yechimlar sohani aniqlang.

$$\left. \begin{array}{l} 3x_1 - 4x_2 \leq 12 \\ x_1 + 3x_2 \leq 6 \end{array} \right\} \begin{array}{l} x_1 > 0 \\ x_2 > 0 \end{array}$$

a) to'rtburchak,

- b) mavjud emas,
- c) uchburchak,
- d) ikkiburchak,

53. Qorishma masalasida maqsad funktsiya  $F_0(x)$  hisoblansin, agar IMM berilgan bo'lsa.

$$\begin{cases} 0,1x_1 + 0,3x_2 + 0,2x_3 = 0,3 \\ 0,4x_1 + 0,3x_2 + 0,5x_3 = 0,1 \\ 0,5x_1 + 0,4x_2 + 0,3x_3 = 0,6 \\ x_1 + x_2 + x_3 = 1 \end{cases}$$

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

$$F(x) = 2x_1 + 4x_2 + 3x_3 \rightarrow \min \quad (3)$$

- a)  $F_0(x) = 4M$
- b)  $F_0(x) = 5M$
- c)  $F_0(x) = 3M$
- d)  $F_0(x) = 2M$

54. Berilgan IMM asosida, boshlanrich maqsad funktsiya  $F_0(x)$  - ni hisoblang

$$\begin{cases} 0,1x_1 + 0,3x_2 + 0,2x_3 = 0,3 \\ 0,4x_1 + 0,3x_2 + 0,5x_3 = 0,1 \\ 0,5x_1 + 0,4x_2 + 0,3x_3 = 0,6 \\ x_1 + x_2 + x_3 = 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$F(x) = 3x_1 + x_2 + 4x_3 \Rightarrow \min, \quad (2)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1,3 \quad (3)$$

- a)  $F_0(x) = -2M + 3$ ,
- b)  $F_0(x) = \frac{1}{2}M + \frac{3}{2}$ ,
- c)  $F_0(x) = \frac{3}{2}M + \frac{1}{2}$ ,
- d)  $F_0(x) = \frac{5}{3}M + \frac{1}{2}$ ,

55. Amaliy matematikaning yo'nalishlarini aniqlang.

- a) Chiziqsiz programmashtirish,
- b) o'yinlar nazariyasi,
- c) stoxastik programmashtirish,

d) butun sonli programmashtirish,

56. Echimlar sohasini aniqlang, agar soha quyidagi cheklanishlar bilan berilgan bo'lsa.

$$\begin{cases} L_1 \rightarrow 3x_1 - 4x_2 \leq 12 \\ L_2 \rightarrow x_1 + 3x_2 \geq 6 \end{cases} \quad \text{va} \quad \begin{cases} x_1 = 5 \\ x_2 = 3 \end{cases} \quad \text{chiziqlar bilan,} \quad \begin{cases} x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

- a) to'rtburchak,
- b) oltiburchak,
- c) uchburchak,
- d) o'n burchak,

57. Simpleks usuli yordamida qanday masalalar echiladi?

- a) taqsimot masalalari,
- b) geometrik masalalar,
- c) mahsulot ishlab chiqarish masalalari,
- d) sarius masalasi,

58. Amaliy matematikaning yo'nalishlarini aniqlang:

- a) butun sonli programmashtirish,
- b) dinamik programmashtirish,
- c) matematik programmashtirish,
- d) stoxastik programmashtirish,

59. Korxonalarni mahsulot ishlab chiqarishini optimallashtirish masalasini aniqlang:

- a) Differensial renta,
- b) eng kichik kvadratlar usuli,
- c) taqsimot usuli,
- d) bichish masalasi,

60. Echimlar sohasini aniqlang, agar soha

$$\begin{cases} 3x_1 - 4x_2 \leq 12 \\ x_1 - 3x_2 \geq 6 \end{cases} \quad \text{va} \quad x = 5$$

shartlari bilan Chegaralangan bo'lsa,  $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$ .

- a) beshburchak,
- b) uchburchak,
- c) to'rtburchak,
- d) mavjud emas.

61. Firma mahsulot ishlab chiqarish masalasida optimal yechim qanday ko'rinishda bo'ladi?

- a) uchburchak,
- b) to'rtburchak,
- c) vektor,
- d) aniq son ko'rinishida.

62. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida nechta cheklanishlar sistemasi bo'lishi mumkin:

- a) birta,
- b) beshta,
- c) to'rtta,
- d) ikkita,

63. Simpleks usuli yordamida  $F_0(x)$  maqsad funksiya qiymatini hisoblang.

$$\left. \begin{array}{l} -5x_1 + 3x_2 \leq 15 \\ \text{agar } 4x_1 - x_2 \leq 4 \\ 20x_1 + 5x_2 \geq 20 \end{array} \right\} F(x) = 21x_1 + 14x_2 \Rightarrow \max, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0,$$

ya'ni IMM berilgan bo'lsa

- a)  $F_0(x)=0$ ,
- b)  $F_0(x)=230$ ,
- c)  $F_0(x)=300$ ,
- d)  $F_0(x)=361$ ,

64. O'yinlar nazariyasida masala echganda nechta egar nuqta bo'lishi mumkin

- a) cheklanmagan,
- b) bir nechta,
- c) yarimta,

d) to'rtadan uchta,

65. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida bazis yechimni aniq model qiymatlaridan hisoblash mumkinmi?

- a) qarib mumkin,
- b) mumkin emas,
- c) balkim,
- d) mumkin,

66. Minimum masalasini aniqlang:

- a) qorishma masalasi,
- b) assortiment bo'yicha mahsulot ishlab chiqarish,
- c) qo'shma masala,
- d) stoxastik masala,

67. O'yinlar nazariyasida optimal strategiya qaysi usulda aniqlanadi?

- a) egar nuqta usuli,
- b) matematik usul yordamida,
- c) grafik,
- d) almashtirish,

68. Qaysi masala simpleks usuli yordamida echiladi?

- a) tolalar qorishmasi,
- b) taqsimot,
- c) talabni qondirish,
- d) korxonalarni joylashtirish,

69. Optimal yechim  $x^* = X(x_1, x_2, \dots, x_n)$  nimani qanoatlantiradi.

- a) cheklanishlarni,
- b) maqsad funksiyasini,
- c) ikkovini ham,
- d) boshlan'ich kimmatlarni,

70. Bazis yechim  $x^* = X(x_1, x_2, \dots, x_n)$  nimani qanoatlantiradi?

- a) cheklanishlarni,

b)  $F(x)$  ni,

c) ikkovini,

d) boshlan'ich qiymatlarni,

71. Tengsizlik  $2x_1 - 5x_2 + 6 \leq 0$  qaysi yarimtyokislikni aniqlaydi?

a) chetki,

b) o'ng tomondagi,

c) ostki,

d) yuqori,

72. Modelning to'rini aniqlang  $\sum_i a_i > \sum_j b_j$

a) ochiq,

b) yopiq,

c) yarim yopiq,

d) balansi buzuvchi,

73. Qanday formada IMM.  $AX=B$ ,  $x \geq 0$ ,  $F(x) = CX \Rightarrow \max$  berilgan?

a) doimiy,

b) yifindi,

c) mahsulot ishlab chiqarishi ko'rinishida,

d) matritsa ko'rinishida,

74. Qanday sohani ifodalaydi, cheklanishlar  $x_1 + x_2 \leq 3$ ,  $x_1, x_2 \geq 0$  berilgan bo'lsa?

a) to'rtburchak,

b) uchburchak,

c) yarimtyokislik,

d) kub,

75. Modellashtirish bo'lmagan usulni aniqlang.

a) fizikaviy modellashtirish,

b) geometrik,

c) jadval,

d) matematik modellash,

76. Qaysi tipdagi masalani IMM ifodalaydi?

$$\sum_j x_{ij} = a, \sum_i x_{ij} \leq b_j, x_{ij} \geq 0, \sum \sum S_{ij} x_{ij} \Rightarrow \min$$

- a) simpleks masalasi modelini,
- b) ko'rsatkichli IMM,
- c) taqsimot masalasi modelini,
- d) mahsulot ishlab chiqarish modelini,

77. Chiziqsiz programmashtirish usulmi aniqlang.

- a) dinamik,
- b) Chiziqli,
- c) grafik usuli,
- d) matematik usul,

78. Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulida echganda eng oz bo'lgan noma'lumlar sonini aniqlang:

- a) birta,
- b) ikkita,
- c) uchta,
- d) to'rtta,

79. Mahsulot ishlab chiqarish masalani echganda birlik (E) matritsaning tartibi nimadan borliq bo'ladi?

- a) tenglama sonidan,
- b) tengsizlik sonidan,
- c) cheklanishlarga qatnashgan tengsizliklarning sonidan,
- d) koordinata o'qining boshidan.

80. Tengsizlik nimani ifodalaydi?

$$x_1 + 2x_2 + 3 \leq 0$$

- a) aylanani,
- b) chiziqni,
- c) to'g'ri chiziqni,
- d) yarimtyokislikning yuqori qismini,

81. Echimlar sohasi mavjudmi, agar cheklanshlar 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,

82. Modellashirish usullari bo'lmaganini aniqlang

- a) fizikaviy modellashirish,
- b) geometrik modellashirish,
- c) jadvalli modellashirish,
- d) matematik modellashirish,

83. Mahsulot ishlab chiqarish masalasining modelini ifodalaydimi?

$$\sum_j a_{ij}x_j \leq b_i, x_j \geq 0, \sum_j C_j x_j \Rightarrow \max$$

- a) mumkin,
- b) ha,
- c) ba'zan,
- d) yo'q.

84. Simpleks usuli yordamida qanday masalalar echilmaydi?

- a) stoxastik,
- b) taqsimot,
- c) statistik,
- d) 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) tyokislikni,
- d) gipertyokislikni,

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,

87. Qaysi masalaning IMM  $\sum_i a_{ij}x_j \leq b_i, x_j \geq 0, F(x) = \sum_j C_j X_j \Rightarrow \max$

- a) joylashtirish,
- b) taqsimot,
- c) uchburchakli.
- d) mahsulot ishlab chiqarish masalasi,

88. Mahsulot ishlab chiqarish masalasini optimallashtirish usulini aniqlang

- a) statistik usul,
- b) Fogel,
- c) potentsial,
- d) iteratsiya usuli.

89. Bazis yechimni aniqlaydigan usulni ifodalang:

- a) shimoliy-ʻarbiy,
- b) potentsial,
- c) taqsimot,
- d) Differensial renta,

90. Chiziqsiz programmashtirish usulini aniqlang:

- a) dinamik programmashtirish,
- b) Chiziqli,
- c) grafik.
- d) matematik,

91. Optimal yechim cheklanishlarni qanoatlantiradimi?

- a) ha,
- b) yo'q,
- c) IMM ni,
- d) qarib,

92. IMMning aniq qimmatidan boshlan'ich maqsad funktsiyani aniqlash mumkinmi?
- qarib,
  - yo'q,
  - balkim,
  - ha,
93. Qaysi bir figura ekstremal masalani aniqlash sohasini ifodalaydi?
- chiziq,
  - tyokislik,
  - uchburchakli soha,
  - tetraedr,
94. Simpleks usuli qaysi turdagi masalalarni optimallashtirishda qo'llaniladi?
- qorishma masalasida,
  - taqsimot masalasida,
  - talabni qondirish masalasida,
  - korxonalarni o'rinashtirish,
95.  $u = a_0 + a_1 x$  regressiya tenglamasidagi  $a_0$  parametr quyidagilarni bildiradi:
- hisobga olingan faktorlarning natijolarining natijo'rtacha ta'sirini,
  - faktor X bir birlikka ortganida natijaviy belgi u o'rtacha qanchaga o'zgarishini,
  - tadqiqot uchun ajratilgan x faktorlarning natijaviy belgi u ga o'rtacha ta'sirini,
  - to'g'ri javob yo'q.
96.  $u = a_0 + a_1 x$  regressiya tenglamadagi  $a_1$  parametr quyidagilarni bildiradi:
- hisobga olinmagan faktorlarning natijaviy belgi u ga o'rtacha ta'sirini,
  - faktor X bir birlikka ortganda, natijaviy belgi u o'rtacha qanchaga o'zgarishini,
  - tadqiqot uchun ajratilgan x faktorning natijaviy belgi u ga o'rtacha ta'sirini,
  - natijaviy belgi bor birlikka ortganda, faktor ko'rsatkich (x), o'rtacha qanchaga o'zgarishini,

97. Determinatsiya indeksi  $R^2$  quyidagilarni harakterlaydi:
- regressiya chizig'ining empirik ma'lumotlarga maksimal yaqinligini,
  - regressiya chizig'ining yaxshi tanlanganini,
  - aproksimatsiyaning o'rtacha xatosini,
  - natijaviy belgi u-ning empirik qiymatlarining hisoblangan ux qiymatlariga nisbatan tebranishini,
98. Variatsiya ko'rsatkichiga  $\delta^2 u = \sum (u_i - \bar{u})^2 / n$  nimani ifodalaydi?
- X faktordan boshqa faktorlarga bo'liq bo'lgan u natijaviy belgi variatsiyasini ifodalovchi qoldiq dispersiya,
  - faktor ko'rsatkichining dispersiyasi,
  - natijaviy belgi u ning umumiy dispersiyasi,
  - natijaviy belgi u ning faktor dispersiyasi,
99. Variatsiya ko'rsatkichi  $\delta^2_e = \sum (y_i - \bar{y})^2 / n$  nimani ifodalaydi?
- X faktordan boshqa faktorlarga bo'liq bo'lgan u natijaviy belgi variatsiyasini ifodalovchi qoldiq dispersiya,
  - faktor ko'rsatkichning dispersiyasi,
  - natijaviy belgi u ning umumiy dispersiyasi,
  - natijaviy belgi u ning faktor dispersiyasi,
100. Noto'g'ri javobni aniqlang. Modelning adekvatligi kriteriysi sifatida qo'llaniladi
- determinatsiya indeksi  $R_2$ ,
  - qoldiq dispersiya,
  - bo'liqlik zichligi ko'rsatkichi,
  - o'rtacha eng kichik xatolik ko'rsatkichi  $\epsilon$ ,
101. Model Nima? Ta'rifi.
- paraxodning modeli,
  - inshootning modeli,
  - jarayon va hodisalarning xossalari, biron modda bilan solishtirish tavsifi,

d) jarayon va hodisalarning asosiy xossa va xususiyatlarini tavsifidir,

102. Masalaning algoritmi nima?

- a) o'zgaruvchilarni 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,

103. Jarayonlarning bo'lanishini modellashtirishi deb -

- a) grafigini chizishiga,
- b) jadval qiymatlarini aniqlashiga,
- c) jarayon xossalari aniqlashga,
- d) modelni tuzish protsessiga,

104. Programmashtirish tili hisoblamaydi

- a) beysik,
- b) fortran,
- c) vord,
- d) paskal,

105. Mikromodellarga misol bo'la oladi:

- a) innovatsion loyihalardan olinadigan foyda,
- b) yalpi milliy mahsulot,
- c) mahsulotning ishlab chiqarishining vaqt bilan bo'lganligi,
- d) respublika bo'yicha pul aylanish tezligi,

106. Makromodelning mikromodeldan farqi nimada?

- a) to'g'ri chiziqni ifodalashida,
- b) egri chiziqni ifodalashida,
- c) miqvosida,
- d) hajmida,

107. Algoritm blok-sxemasining asosiy belgilariga kirmaydi:

- a) hisoblash belgisi,
- b) boshlanish,

- c) o'chirish,
- d) shartli tekshirish,

108. Programma nimaning asosida tuziladi?

- a) jadval asosida,
- b) so'z asosida,
- c) yozuv asosida.
- d) masalaning qo'yilishi asosida.

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,

110. Qaysi programmashtirish tilida *for I 1 until N Do* - sharti tekshirish operatori qo'llaniladi?

- a) Si,
- b) Fortran,
- c) Avtokod,
- d) Paskal,

111. O'zgaruvchilarga o'rin (yacheyka) programmaning qacrida ajratiladi?

- a) programmaning oxirida,
- b) programmaning podprogrammasida,
- c) programmaning o'rtasida,
- d) programmaning boshlanishda,

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'),

113. O'zgaruvchilarni quyidagicha belgilash mumkin:

- a)  $3\Lambda$ ,
- b)  $2A$ ,
- c)  $AX$ ,
- d)  $1/AX$ .

114. Programmada o'zgaruvchilarning ifodalashda asosiy maqsad:

- a) ularning to'rini aniqlash,
- b) hisoblashlarda foydalanish,
- c) bosmaga chiqarish,
- d) ularga (yacheykalar) o'rin ajratish,

115. Integrator qurilmasi qaysi amalni bajaradi?

- a) hisoblashni,
- b) o'zgaruvchilarni qurish,
- c) Differensiallash,
- d) integrallash.

116. Modellashtirishdan asosiy maqsad?

- a) programma tuzish,
- b) jarayonlarning borlanishini aniqlash,
- c) natijani ifodalash,
- d) jarayonlarni borlanishining o'zgarish qonuniyatini aniqlash.

117. Modellashtirish quyidagi fanlarda qo'llanilmaydi:

- a) iqtisodiyotda,
- b) statistikada,
- c) matematikada,
- d) astrologiyada,

118. Matematik modelning nisbiy xatosi

- a)  $\eta_1 = \sum_{i=1}^n \frac{y_{\phi} - y_M}{y_{\phi}},$
- b)  $\eta_1 = \sum_{i=1}^n \frac{y_{\phi} - y_M}{y_M} \cdot 100\%,$

$$c) \eta_1 = \frac{1}{n} \sum \frac{y_M - y_{\phi}}{y_{\phi}} \cdot 100\%.$$

$$d) \eta_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_M - y_{\phi}|}{y_{\phi}} \cdot 100\%.$$

119. Korrelyatsiya koeffitsienti kerak:

- a) matematik modelni baholashda,
- b) kovariatsiyani hisoblash uchun,
- c) dispersiyani hisoblash uchun,
- d) nisbiy xatoni hisoblashda,

120. Modellashirishning bosqichlarining soni:

- a) uchta,
- b) to'rtta,
- c) beshta,
- d) oltita,

121. Kobb-Dauglas modelida  $x_1 + x_2$  parametrlarning yirindisi teng

- a)  $\alpha_1 + \alpha_2 = 5$ ,
- b)  $\alpha_1 + \alpha_2 = 2$ ,
- c)  $\alpha_1 + \alpha_2 = 3$ ,
- d)  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ ,

122. Bir o'zgaruvchi Chiziqli modelda parametrlar soni teng bo'ladi:

- a) birga,
- b) ikkiga,
- c) uchga,
- d) to'rtta.

123. Ko'p o'zgaruvchi Chiziqli matematik modelda parametrlar soni teng...

- a) birga,
- b)  $n$  - taga,
- c)  $(n+1)$  - taga,
- d)  $(n+2)$  taga,

124. Iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarning turlarini aniqlang
- a) Differensialli,
  - b) grafikli,
  - c) aylanali,
  - d) statistik,
125. Firma korxonasining jarayonlari orasidagi bo'lamshlarini quyidagi model bilan ifodalanadi:
- a) integralli,
  - b) egri Chiziqli,
  - c) optimizatsion,
  - d) grafikli,
126. Ko'p o'zgaruvchidan bo'liq bo'lgan matematik model baholanadi...
- a) nisbiy xato bilan,
  - b) determinatsiya koeffitsienti bilan,
  - c) determinant bilan,
  - d) ko'p o'zgaruvchi korrelyatsiya koeffitsienti bilan,
127. Matematik model orqali echiladi...
- a) integral,
  - b) tenglama,
  - c) bashorat masalasi,
  - d) optimizatsion masala,
128. Quyidagi o'rtacha qiymat bo'laoladi
- a) o'rta geometriya,
  - b) o'rtacha geometrik,
  - c) o'rtacha matematik,
  - d) o'rtacha piramida,
130. Quyidagi o'rtacha qiymat bo'lolmaydi
- a) o'rtacha arifmetik,
  - b) o'rtacha geometrik,

c) o'rtacha garmonik.

d) o'rtacha yo'l.

131. Hosilaning xususiy hosiladan farqi...

a) katta harf bilan yozilishidan,

b) o'zgaruvchi bilan yozilishidan,

c) birta o'zgaruvchi bilan yozilishidan,

d) ko'p o'zgaruvchidan bo'liq bo'lishidan,

132. Ekzogen o'zgaruvchi bo'laoladi...

a) darajali o'zgaruvchi,

b) karrali o'zgaruvchi,

c) erkin o'zgaruvchi,

d) ko'p o'zgaruvchi.

133. Regression tenglamani adekvatligini baholash uchun foydalaniladi:

a) o'rta arifmetikdan,

b) korrelyatsiya koeffitsientidan,

c) nisbiy xatodan,

d) determinatsiya koeffitsientidan,

134. Parametrlarga nisbatan Chiziqli bo'lgan modellardagi parametrlarni aniqlashda nima tuziladi?

a) tenglama tanlanadi.

b) hosila olish kerak,

c) tenglamalar sistemasi tuzish kerak,

d) Differensiallash kerak,

135. Matematik model tanlashning asosiy kriteriysi....

a) o'rta qiymatlarni aniqlash,

b) funktsiyalarning qiymatlarini argument qiymatlariga nisbatan aniqlash,

c) ayirmalarning eng kichigini tanlash,

d) xususiy hosilalarni aniqlash,

136. O'rtacha qiymatlar usulida matematik model tanlash quyidagidan bo'liq...

- a) o'zgaruvchilar sonidan,
- b) argument sonidan,
- c) funktsiyaning grafik ko'rinishidan,
- d) tenglama sonidan,

137. Matematik modelni tanlangan nuqtalar usulida aniqlash quyidagidan birligi:

- a) o'zgaruvchilar sonidan,
- b) argument sonidan,
- c) funktsiya sonidan,
- d) tenglamalar sonidan,

138. Iqtisodiy jarayonlarni quyidagi usulda aniqlangan matematik model adekvat ifodalaydi:

- a) tanlangan nuqtalar usuli,
- b) o'rta qiymatlar usuli,
- c) eng kichik kvadratlar usuli,
- d) grafik usuli,

139. Firma korxonasining mahsulot ishlab chiqarish masalasining IMM-da cheklanishlar sistemasi ifodalaydi:

- a) to'g'ri chiziqni,
- b) egri chiziqni,
- c) parabolalarni,
- d) 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,

141. Echim  $x=x^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  optimal yechim hisoblanadi:

- a) agar yechim musbatlik shartni qanoatlantirsin,
- b) agar yechim cheklanishlarni qanoatlantirsa,

c) agar yechim cheklanishlar va maqsad funktsiyani qanoatlantirsa,

d) agar yechim maqsad funktsiyani qanoatlantirsa,

142. Echim  $x=x^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  bazis yechim hisoblanadi, agar:

a) yechim musbatlik shartini qanoatlantirsa,

b) yechim cheklanishlarni qanoatlantirsa,

c) yechim cheklanishlar va maqsad funktsiyani qanoatlantirsa,

d) yechim tenglamani 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) turli holatda bo'ladi,

144. Normal vektorning koordinatalari teng:

a)  $(a_m, a_{2l})$

b)  $(b_1, b_2)$

c)  $(a_{12}, a_{13})$

d)  $(c_1, c_2)$

145. Normal vektorining yo'nalishi aniqlanadi

a) sistemadagi ozod hollaridan,

b) sistemadagi no'malumlar oldidagi koeffitsientlaridan,

c) maqsad funktsiya no'malumlar oldidagi koeffitsientlardan,

d) no'malumlarining musbatlik shartidan,

146. Maqsad funktsiya chiziri ko'rinishi...

a) egri chiziq,

b) parabola,

c) to'g'ri chiziq,

d) giperbola,

147. Firma korxonasining mahsulot ishlab chiqarish masalasini grafik usulda echganda tengsizliklar soni teng bo'ladi:

- a) birga,
- b) ikkiga,
- c) m-taga,
- d) uchtaga,

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,

149. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida yarimtyokisliklarni 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 javob yo'q.

150. Mahsulot ishlab chiqarish masalasida cheklanishlardagi tenglamalarning burchak koeffitsienti aniqlanadi:

- a) to'g'ri chiziqning  $u$  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,

### Тест жавоблари

|       |       |       |        |        |
|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1- C  | 31- C | 61- D | 91- C  | 121- D |
| 2- D  | 32- D | 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- D  | 125- C |
| 6- C  | 36- A | 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- D | 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- A | 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- D |
| 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- D | 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- D |
| 30- C | 60- D | 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 usuli 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 harakterga ega ekanligi sababli, qaror qabul qilishni asoslashda talablar qo'yishni talab qiladi, lekin Yuqoridagi usullarni absolyut 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 fan iqtisodiy jarayonlarni matematik modellashtirishda 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 o'zgarish 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 echiladi.

Oxirgi vaqtlarda korxonalarni butunlay xususiyashtirilgan vaqtda – murakkab bozor iqtisodiyoti sharoitida faoliyat olib boruvchi subyektlarning samarali hatti-harakatlari ularning bozor kon'yunkturasini 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, qaerda 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, xom ashyodan samarali foydalanish, milliy daromad, ish bilan bandlik, ist'mol, jamg'armalar, investitsiya ko'rsatgichlari dinamikasini tahlil etish va oldindan aytib berish kabi iqtisodiy masalalar uchun modellar tuzish usullari ko'rsatiladi.

O'zbyokiston mustaqillikka erishgandan so'ng iqtisodiy ahvolimiz butunlay o'zgardi. Oldimizda bir-biridan murakkab bo'lgan masalalarni hal etish vazifasi

turibdi. Masalan, mahsulot sifatini dunyo darajasiga ko'tarish va dunyo bozoriga chiqish, oziq-ovqat mahsulotlarini mamlakatimiz ehtiyoji darajasida yetishtirish, qimmatbaho qog'ozlar bozorini rivojlantirish va h.k. Bu vazifalarni bajarishda matematik modellash tirish usullaridan foydalanish asosli, puxta o'ylangan qadam tashlashga imkon beradi. Shu tufayli ta'lim sohasida matematik modellash tirishga e'tibor kuchaydi, hatto, kollej va litseylar darsliklariga ham iqtisodiy masalalarni modellash tirish asoslarini o'rganish kiritildi.

## ADABIYOTLAR

1. Shodiev T.Sh. va boshk. Ekonometrika. T.: Shark konts., 1999y.
2. Terexov L.L. «Ekonomiko-matematicheskie metodi i prikladnie modeli» Uchebnoe posobie dlya VUZov, YuNITI - 1999g.
3. Gulomov S.S. va boshk. Bozor iqtisodiyoti modellari. T.: TDIU, 1995y.
4. Shodiev T.Sh. va boshk. «Ishlab chiqarishni rejalashtirishda matematik usullar». T.: Uzbyokiston, 1995y M.Sh. Zokirova, A.A. Abdugafforov «Iqtisodiy modellashirish amaliyoti» T.: «Uzbyokiston», 1999y.
5. A.Ulmasov, M.Sharifxujaev «Iqtisodiy nazariyasi» T.: «Mexnat» 1995y.
6. D.Muxitdinov, Sh.Abdullaeva «Marketing kak noviy metod organizatsii i upravleniya promishlennostyu» T.: «Mexnat», 1992g.
7. A.B.Qabulov, O.T.Kenjaboev «Baholashda iqtisodiy matematik usullar va modellar» T.: «Fan», 1996g.
8. N.Nosirov, Sh.Abdullaeva «Marketing bozor iqtisodiyoti asoslari» T.: «Uzbyokiston», 1994y.
9. R.Gabbasov, F.Krilova «Optimallashtirish usullari» T.: «Uzbyokiston», 1995y.
10. A.P.Gradov, B.N.Ivanova, K.Kolner, Pod.red. prof. Gradova A.P. Sankt-Peterburg, Spetsialnaya literatura, «Ekonomicheskaya strategiya firmi» 2001g.
11. V.D.Kamaeva, «Ekonomicheskaya teoriya» - M.: «Vlados», 1999g.
12. T.X.Xolmatov, N.I.Taylakov Amaliy matematika dasturlash va komp'yuterning dasturiy ta'minoti. T.: 2002y.
13. Voronin V.G. «Matematicheskie metodi rejayrovaniya i upravleniya na predpriyatiyax pishovoy promishlennosti» M.: 1986g.
14. M.A.Nasritdinova, O. M. Axmedov «Biznes strategiyasi» T.: «Shark», 1996y.
15. Soliev A., Usmonov R. «Marketing» - T.: «Ukituvchi», 1997y.
16. T.Malikov, O.Olimjonov «Moliya menejmenti» T.: «Akademiya», 1996y.

17. Sh Sh Shohamidov "Amaliy matematik usullari" T.: «Uzbyokiston» 2000y.
18. F.B.Badalov, G.Shodmonov "Matematik modellar va muxandislik masalalarni sonli yechish usullari" T.: "Fan", 2000y.
19. Abdullaev O.M. i dr. "Metod sotsialnogo prognozirovaniya" T.: «Uzbyokistan» 1992g.
20. Popov N.G. "Matematicheskie metodi v rejayirovaniy otrasley i predpriyatiy". M.: 1998g.
21. Samarskiy P.P. "Matematicheskoe modelirovanie" M.: 1988g.
22. Ostanchuk N.V. "Osnovi matematicheskogo modelirovaniya na predpriyatiyax pishevoy promishlennosti" M.: 1991g.
23. Blaug M. Ekonomicheskaya misl v retrespektive / per. s angl. – M.: Delo LTD, 1995.
24. Karlson R. Chto znayut ekonomisti // SShA, 1994, № 5.
25. Xayek F Pogubnaya samodeyatelnost. Oshibki sotsializma / Per. s angl. – M.: Novosti, 1992.
26. Makkonell K., Bryu S. Ekonomiks: Printsipi, problemi i politika / Perevod s angl. – M.: Respublika, 1992.
27. Dillan E., Lindeey D. Riok: nukroekonolmicheskaya model / Per. s angl. – SPb: Avtokomp., 1992. Gl. 2,5
28. Xolt R. Osnovi finansovogo menedjmenta / Per. s angl. M. Delo LTD, 1993.
29. Rekomendatsii mejgosudarstvennogo statisticheskogo komiteta SNG po sostavleniyu klyuchevix schetov. – M. 1995
30. Xarrison E. Sistema natsionalnix schetov – instrument integratsii ekonomicheskoy statistiki // Informatsionniy byo'leten statkomiteta SNS. 1993, № 4 (7)
31. Fisher S., Doribo'sh RP., Shmalenzi R. Ekonomika / per. s angl. – M.: Delo LTD, 1993., Gl 30, 33

32. Abdullaev A., Muftaydinov K., Aybeshov X. Kichik biznesni boshkarish Toshkent, Moliya, 2003.
33. Gulomov S.S. Tadbirkorlik va kichik biznes. «Shark» nashriyot matbaa aksiyadorlik kompaniyasi bosh taxriri. Toshkent, 2002.
34. Robert Pimdayk, Daniel Rubinfeld. Mikroiqtimod / ingliz tilidan tarjima A.Ulmasov va boshkalar. Shark» nashriyot matbaa aksiyadorlik kompaniyasi bosh taxriri. Toshkent, 2002
35. Sharifxodjaev M., Abdullaev Yo. Menejment. Toshkent, Ukituvchi, 2001
36. Bogdanova E.L. Informatsionniy marketing. Alfa. Sankt Peterburg, 2000
37. Kobalev N.B. Praktika primeneniya ekonomiko-matematicheskix metodov i modeley. Moskva. ZAO Finstat. 2000
38. Iqtisodiy-matematik usullar va modellar. Ma'ruzalar matni. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti. Toshkent, 2000
- G.A. Informatsionnie texnologii v marketinge. YuNITI, Moskva, 2000
39. Fedosiv V.V Ernashvili N.D Ekonomiko-matematicheskie metodi i modeli v marketinge. Yuniti. Maskva 2001.
40. Titorenko G.A. Informatsionnie texnologii v marketinge. YuNITI, Maskva, 2000.
41. Sergeev A.A. Ekonomicheskie osnovi biznes-rejairovaniya. YuNITI, Moskva, 1999
42. Pardaev M. Iqtisodiy tahlil nazariyasi. Samarkand, Zarafshon, 2001.
44. Bezdudniy F.F. Pavlov A.P. Matimaticheskie metodi, modeli v rejairovanii tekstelnoy i legkoy promishlennosti. Legkaya in dustraya. Moskva 1979
45. Labsker L.G, Babetko L.O. Igroviya metodi v upravlenii ekonomikoy i biznesom. Delo. Moskva 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. Mo'minov Sh.R. Matematicheskoe modelirovaniye dolgosrochnogo prognoza faktorov pogodi dlya upravleniya i planirovaniya "Upravleniyem vodnogo i selskogo xozyaystva" Tashkent, "FAN", 2006.

50. Skrayven A. "Teoriya lineynogo tselochislennogo programmirovaniya" M. Mir 1996.

51. Mo'mmov Sh.R. "Matematik modellar va usullar" Toshkent, "TURON - IQBOL" 2006.

52. K. Ahmedov, M.Mirzaeva Iqtisodiy matematik modellashtirish

53. "Ekonomiko-matematicheskiye metody I modeli" Moskva 2002g.

RUDN.

54. X.N.Jumaev, B.Otaniyozov va boshqalar "Matematik prigrammalashtirish" T.:O'YoU, 2005 32 bet.

55. Shodmonova G. "Iqtisodiy -matematik usullar va modellar" fanidan o'quv qo'llanma, Toshkent, 2007 231 bet.

56. Safaeva K., Ikramov Sh. "Matematik programmalashtirishda ma'ruzalar matnlari to'plami" T. T.M.I. 2001 y.

### QO'SHIMCHA ADABIYOTLAR

1. Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli // Pod obshchey redaktsii prof. A.V. Kuznetsova. Minsk: BGEU, 1999.
2. Shinin E.V., Chxartishvili A.G. Matematicheskie metody i modeli v upravlenii M.Delo. 2000
3. Berenskaya E.V., Berejnaya V.I. Matematicheskie metody modelirovaniya ekonomicheskix sistem M: Finansy i statistika, M 2001
4. Kochovich E. «Finansovaya matematika». Per. s Serb. M: FiS 1996
5. Klas Eklund. «Effektivnaya ekonomika» Moksva. Ekonomika 1991
6. N.Gregori Menkyu «Makroekonomika» Izd. Moskovskogo Universiteta 1994

## GLOSSARIY

### (GLOSSERY)

#### **Amaliy o'yinlar**

- turli ishlab chiqarish vaziyatlarida boshqaruvga oid qarorlar qabul qilishga belgilangan qoidalar asosidagi o'yinlar vositasida tahlil qilish uslubi

**Aksiya egasining daromadi** – dividend stavkasi asosida yoki aksiyaning nominal bahosi

asosida hisoblangan dividend.

**Antagonistik o'yin (yoki ikki tomon o'yinida o'yinning yutug'i nolga teng)**

- juftlik o'yin, bunda tomonlar qarama-qarshi maqsadlarga ega

#### **Bazis yechim**

- IMM-ni cheklanishlarini qanoatlantiruvchi yechim.

**Bozor** - sotuvchi bilan haridor 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 almashadi, ikkinchisi tovarni harid qilish, pulni tovarga ayirboshlash. Ayirboshlash ixtiyoriy va erkin shakllangan narxlarda olib boriladi.

**Bozor iqtisodieti**—erkin tovar-pul munosabatlariga asoslangan, iqtisodiy monopolizmi inkor etuvchi, ijtimoiy mo'ljalga, aholini ijtimoiy muhofaza qilish yo'llariga ega bo'lgan va boshqa tartiblanib, turuvchi iqtisodiyot.

**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 sohalaridagi 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.

#### **Gipertyokislik**

- n-o'lchovli fazoda tyokislik.

**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 byudjeti uchun majburiy undiriladigan to'lovlar.

**Determinatsiyalangan iqtisodiy modellar**

- korxonalarning ishlab chiqarish faoliyatidagi texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlarni hisoblashda ishlatadigan analitik talafuzli modellar.

**Defitsit (etishmaslik) (shortage)** - bu bozordagi vaziyat bo'lib, amaldagi narxda talab miqdori taklif miqdoridan ortiq bo'ladi. Etishmaslik barqaror voqea bo'lib faqat pul narxlari kamyob foydali buyumlar raqobatchi haridorlar orasida taqsimlashda o'z vazifasini bajarmaydi.

**Zarar** - korxona daromadi va umumiy harajatlar orasidagi manfiy ayirma.

**Zaxira** -1) Valyuta zaxirasi -- boshqa mamlakatlar markaziy banklarniig halqaro hisob-kitob uchun mamlakat valyutasida yigib va saqlaydigan mablag'lari.

2) Kapital (fond) zaxirasi — korxona, aksionerlik jamiyati va hokazolarning foydadan chegirib qolib tashkil qilinadigan xususiy mablag'lar qismi bo'lib, xo'jalik operatsiyalari faoliyatidagi zararlarni qoplash, asosiy fondlarni to'ldirish va kundalik foyda etarli bo'lganda dividenlar to'lash uchun foydalaniladi.

**Imitatsion model** - o'rganilayotgan obyektning ma'lum biror vaqt intervali oralig'idagi dinamik o'zgarishlarini akslantiruvchi algoritmining kompyuter uchun mo'ljallangan programmasi.

**Izokvanta** - mos bo'lgan resurslar ( $L_i, K_i, i=1..n$ ) to'plamiga teng ishlab chiqariladigan mahsulotni grafik ifodasi.

**Investorlar** - o'z mablag'larini qimmatbaho qog'ozlarni harid qilish uchun sarflaydigan yuridik va jismoniy shaxslar.

**Import**-boshqa davlatlardan mamlakat ichki bozorida realizatsiya qilish (sotish) yoki uchinchi bir mamlakatga o'tkazish uchun olib keladigan tovarlar, xizmatlar, qimmatbaho qog'ozlar va boshqalar.

**Ixtisoslashtirish**- bir yoki bir nechta tovar (xizmat)lar ishlab chiqarish uchun resurslarni to'plash.

**Kalit (hal qiluvchi) element**

- kalit ustun va kalit yo'l elementlar kesimida joylashgan element.

**Kon'yunktura**

- bozor mexanizmi sharoitlarida rivojlanishning qonuniyatli shakllari davlat tomonidan tartibga solinishi va raqobatning, istemolchilar va korxonalar tomondan qaror qabul qilishdagi mustaqillikning muvozanati bilan belgilanuvchi jarayon: muayyan iqtisodiy hayot omillari va shart - sharoitlari yig'indisidir.

**Ko'pburchakli yechimlar**

**sohasi**

- IMM-ning cheklanishlari ( $n=2$ ) m -burchakli ko'pburchakni hosil qilsa, ko'pburchakli yechimlar sohasi mavjud hisoblanadi.

**(K-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.

**Marketing**-haridor ehtiyojlarini imkoni boricha to'laroq qondirish maqsadlarida bozor holatini asosli o'rganish va oldindan baholash bilan tovarlarni ishlab chiqarish, sotishni tashkil etish tadbirlari tizimi; bozor iqtisodietining muhim unsuri, marketing ishi qisqa va uzoq, muddatli maxsus dasturlari orqali amalga oshiriladi, ularda haridorlarni va raqobatchilarni o'rganish asosida tovarlar sifatini yaxshilash, tovar narxini o'zgartirish, ryoqlama o'tkazish, tovarga talab chaqirish, tovarlarni o'z vaqtida etkazib turish, haridorlarga 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.

**Mikroiqtisodiyot**- iqtisodiyotning asosiy muammolarini alohida ishlab chiqaruvchi va iste'molchi nuqtai nazaridan hal qiladigan bo'limi.

**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'rsatgich:  $a = \max_{1 \leq i \leq m} a_i = \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$

**Minimaks (yoki o'yinning**

**yuqori narxi) o'yinning**

**xususiy strategiyalarida**

- V o'yinchining minimal xususiy strategiyalar orasidagi effektiv bo'lmagan ko'rsatgich:

$$V = \min B_i = \min \max A_{ij}$$

$$1 \leq j \leq n \quad 1 \leq i \leq m \quad 1 \leq m$$

### Model

- o'rganilayotgan obyekt, jarayon yoki hodisani muhim xususiyatlarini, xossalarini matematik belgilar, tenglama va tengsizliklar orqali ifodasi.

### Modellashtirish

- model tuzish jarayoni.

**Narx (price)** – tovarning pul bilan ifodalovchi qiymati. U tovarni ishlab chiqarilishi bilan bog'liq, harajatlarni va daromadni o'z ichiga oladi.

**Oltin-valyuta zahiralari** - markaziy bankdagi oltin va chet El valyutalarining rasmiy zahirasi.

### Optimal yechim

- IMM-ni cheklanishlari va maqsad funksiyasini qanoatlantiruvchi yechim.

**Ryoqlama** - tovar yoki ko'rsatiladigan xizmat to'g'risidagi tijorat maqsadida iste'molchi qiziqishini uyg'otishga yo'naltirilgan axborot; talabni ko'paytirish maqsadlarida haridorlarga tovarlarning xossalari, afzalliklari va sotib olish shartlarini etkazish va oshkor etish. Bozor iqtisodieti sharoitida ryoqlama xizmatlarini ahamiyati kuchayib, muomala harajatida ryoqlama harajatlarning hissasi ortib boradi.

**Rentabellik**-tarmoq yoki korxonalarning foyda olib ishlashi; foyda olishda rejasini ko'rsatadi. Foiz hisobida ifodalanadi. Ishlab chiqarish rentabelligi ma'lum davr (oy, kvartal, yil) da qo'lga kiritilgan foyda miqdorini shu vaqtda foydalanilgan yillik asosiy ishlab chiqarish fondlari va oborot vositalari qiymati yig'indisiga yoki mahsulotni ishlab chiqarish, sotish harajatlarning tannarxiga nisbati sifatida hisoblanadi.

**Resurs**-pul mablag'lari, qimmat baho narsalar, zaxiralar, imkoniyatlar, mablaglar va daromadlar (tabiiy, iqtisodiy, moliyaviy) manbalari.

### Sof strategiya

- o'yinda o'yinchining xoxlagan xat harakati.

### Strategiya

- maqsadlarga erishish yo'lidagi umumiy tamonlama tuzilgan reja.

### Statistik yechimlar

#### nazariyasi

#### modellar

- nizoli va tavakkalchilik holatlarda matematik

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.

**Talab**-to'lovga qobil ehtiyoj; bozorga chiqqan va kerakli miqdordagi pul bilan ta'minlangan ehtiyojni ifodalaydi. Talab ehtiyojdan kelib chiqadi, haridga

|                   |     |          |       |        |
|-------------------|-----|----------|-------|--------|
| ajratilgan<br>di. | pul | shaklida | ifoda | etila- |
|-------------------|-----|----------|-------|--------|

**Tarmoq-jarayonlarning** maxsus bo'limlarga ajratilishi, masalan, «qishloq xo'jaligi», «engil sanoat», «og'ir sanoat» va hokazo.

**Tovar**— bozorda oldi-sotdi orqali ayir boshlanadigan mehnat mahsuli. Tovar shunday mahsulotki, u o'zini ishlab chiqaruvchilarning emas, balki boshqalarning talab-eh tiejini 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 o'ymatli qog'ozlar (aktsiya, obligatsiya, sertifikat, valyuta) ham tovar bo'ladi. Tovar bozorda pul vositasida ayirboshlanadi.

**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 birta egar nuqtaga ega bo'lgan hol.

**Ekspert**- maxsus bilimga ega bo'lib, korxona, tashkilot yoki davlat organlari tomonidan ekspertiza (masalan, buxgalteriya, patent ekspertizasi) o'tkazishga taklif qilinadigan shaxs.

**Ekспорт** - tovarlar, xizmatlar va texnologiyalarni tashqi bozorda realizatsiya qolish (sotish) uchun olib chiqish.

**Effektivlik**-har hil 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. qono'nga 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 haqamlar sudida da'vogar bo'lish mumkin. Bankda o'z hisob varaqasiga ega. mustaqil balans yuritadi.

**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 iqtisodiy ishlashi 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'lchangan bo'lsa u ma'lum vaqt davrida davlatni rezidentlar — sektori tomonidan ishlab chiqilgan tovar va xizmatlarni yalpi bozor qimati hisoblanadi, undan o'rtacha iste molini qimmati ayirilmog'i darkor. Yalpi daromadlar orqali o'lchangan bo'lsa— bu omil daromadlar jamg'armasi bo'lib ichki ishlab chiqarishdan maosh shaklidagi omil daromadlari jam-g'armasi korxona egalari ga to'langan foizlar va daromadlar, hamda xorijdan keladigan rezidentlar sektorini daromadini sof omilidir. So'ngi iste mol orqali o'lchangan YaMM — bu uy xo'jaliklari, korxonalar va hokimiyat tomonidan sotib

olingan tovar va xizmatlarni, asosiy fond-larga kiritilgan kapital mablag'larni, hamda sotilmay qolgan mahsulotni birgalikdagi bozor qiymatidir.

**Yarim tyokisliklar**

- to'g'ri chiziqli tyokislikni ikki qismga ajratadi, to'g'ri chiziqliqdan yuqori va to'g'ri chiziqliqdan pastda joylashgan yarim tyokisliklar.

**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 V o'yinlarning bir juft toza optimal  $A_j$  va  $B_i$  strategiyalari va o'yin bahosi.

**O'yin matritsasining  
egar 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).

## MUNDARIJA

|                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ikkinchi nashrga kirish so'zi .....                                                                                                                              | 2   |
| So'z boshi .....                                                                                                                                                 | 4   |
| IQTISODIY - MATEMATIK MODELLASHTIRISHNING ASOSLARI VA AHAMIYATI .....                                                                                            | 7   |
| §1. IQTISODIY-SMATEMATIK MODELLASHTIRISH ASOSLARI .....                                                                                                          | 7   |
| §2. IQTISODIY-MATEMATIK MADELLASHTIRISHNING AHAMIYA TI VA AFZALLIGI .....                                                                                        | 35  |
| §3. DETERMINATciYALANGAN VA STOXASTIK IQTISODIY - MATEMATIK MODELLAR .....                                                                                       | 39  |
| FIRMA, KORXONANING MAHSULOT ISHLAB CHIQARISH MASALASINI GRAFIK USULDA EChISH .....                                                                               | 49  |
| §4. FIRMA, KORXONANING MAHSULOT ISHLAB CHIQARISH MASALASINING IQTISODIY - MATEMATIK MODEL. CHEKLANISHLARNING GEOMETRIK MODEL .....                               | 49  |
| §5. FIRMA, KORXONANING MAHSULOT ISHLAB CHIQARISH MASALASINI EChIMINI GRAFIK USULDA ANIQLASH .....                                                                | 52  |
| §6. Chiziqli PROGRAMMALASHTIRISH MASALASINI GRAFIK USULDA EChIMINI N>2 BO'LGANDA ANIQLASH .....                                                                  | 58  |
| §7. FIRMA, KORXONANING EKTREMA MASALALARINI EXCEL -DA. PASKAL-DA OPTIMALLASHTIRISH. IQTISODIY - MATEMATIK MODELLARNING TURLARI .....                             | 64  |
| §8. MIKROIQTISODIY MODELLAR TIZIMLARINI TUZISH VA QO'LLASH, CHEKLANISHLAR TENGLAMALAR BILAN BERILGAN M-USUL .....                                                | 79  |
| §9. MAHSULOT ISHLAB CHIQARISH MASALASI, CHEKLANISHLAR TENGSIZLIK BILAN BERILGAN .....                                                                            | 84  |
| §10. MATERIALLARNI BICHISH MASALASINING IQTISODIY - MATEMATIK MODEL .....                                                                                        | 88  |
| §11. TALAB VA TAKLIFNI ANIQLASHDA STATISTIK EChIMLAR NAZARIYA SI .....                                                                                           | 92  |
| §12. IKKI YoQLAMA MASALALAR .....                                                                                                                                | 96  |
| §13. IKKI YoQLAMA SIMPLEKS USUL .....                                                                                                                            | 99  |
| IV. BOB. AMALIY-IQTISODIY MASALALARINI MODELLASHTIRISH .....                                                                                                     | 103 |
| §14. BROKERNING FAOLIYA TINING IQTISODIY - MATEMATIK MODEL .....                                                                                                 | 103 |
| §15. TO'QIMACHILIK VA ENGIL SANOATIDA XOM ASHYOLARDAN FOYDALANISH MASALASINI OPTIMALLASHTIRISH .....                                                             | 106 |
| §16. CHIZIQLI VA CHIZIQSIZ MODELLARNING PROGNOZ MASALASINI EChISH. IMITATciON. ANALITIK MODELLASHTIRISH. MODEL PARAMETRLARINI EXCEL-DA. PASKAL-DA ANIQLASH ..... | 112 |
| §17. EKONOMETRIK MODELLARNING IJTIMOY-IQTISODIY JARAYONLARNI PROGNOZLASHDA QO'LLANISH .....                                                                      | 132 |
| §18. MIKROIQTISODIY TASODIFIY HODISALARNI .....                                                                                                                  | 135 |
| §19. KO'P BOSQICHLI TAKLIF VA TALAB MASALASI .....                                                                                                               | 138 |
| §20. ZAHIRALARNING BOSHQARISH USULLARI VA MODELLARI .....                                                                                                        | 144 |
| §21. EKSPERT BAHOLASH USULLARI .....                                                                                                                             | 152 |
| BOB. BOZOR MUVOZANATI, ISHLAB CHIQARISH FUNKTciYALARI. KORXONANING FOYDASINI MODELLASHTIRISH .....                                                               | 155 |
| §22. BOZOR MIKROIQTISODIY TAHLILI ASOSLARI .....                                                                                                                 | 155 |
| §23. ISHLAB CHIQARISH VA ISHLAB CHIQARISH FUNKTciYALARI .....                                                                                                    | 165 |
| §24. IZOKVANTA TURLARI.MUVOZANATGA ERISHISH JARAYONINI MODELLASHTIRISH .....                                                                                     | 173 |

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| VI. BOB. SOHALARARO BALANS.....                                                                    | 195 |
| §25. SOHALARARO BALANS USULINING IQTISODIY-MATEMATIK MODEL.....                                    | 195 |
| § 26. TO'G'RI VA TO'LIQ XARAJATLAR KOEFFITsIENTLARINING.....                                       | 201 |
| VII BOB . KORXONALARNING JOYLASHTIRISHINI REJALASHTIRISH.....                                      | 208 |
| §27. KORXONALARNI JOYLASHTIRISHNING MOHIYATI VA MODEL.....                                         | 208 |
| §28. JOYLASHTIRISH REJASINI HISOBLASH.....                                                         | 214 |
| VIII BOB . ISHLAB CHIQARISH QUVVATLARINI YUKLASHINI REJALASHTIRISH.....                            | 219 |
| § 29. ISHLAB CHIQARISH MAHSULOTLARNI TAQSIMOT MASALASI.....                                        | 219 |
| §30. ISHLAB CHIQARISH JIHOZLARINI YUKLASH REJASINING MODELINI HISOBLASH.....                       | 224 |
| IX BOB. O'YIN NAZARIYASI USULLARINI, IQTISOD, MOLIIa VA BIZNESNI BOSHQARISHDA QO'LLASH.....        | 233 |
| § 31. O'yin nazariyasining masalalar iqtisodda.....                                                | 233 |
| §32. O'yin klassifikatsiyasi.....                                                                  | 237 |
| §33. MAKSIMIN VA MINIMAKS STRATEGIYalar, O'YINNING YUQORI VA QUYI NARXLARI.....                    | 245 |
| §34. EGAR NUQTAGA EGA BO'LGAN O'YIN ECHIMI.....                                                    | 252 |
| §35 O'YIN MATRITcasIDA STRATEGIYalarning ELEMENTLARI HAR XIL ALOMATLARGA EGA BO'LGAN HOL.....      | 265 |
| §36. TAKLIF VA TALAB IQTISODIY MASALASINI ECHIMINING NAZARIY ASOSLANISHI.....                      | 269 |
| X BOB. Taklif va talab masalasining optimallashtirish usullari.....                                | 273 |
| §37. Taklif va talab masalasida boshlang'ich rejalar tuzish usullari. bazis va optimal yechim..... | 273 |
| §38. Taklif va talab masalasining potensial usulida optimallashtirish.....                         | 278 |
| §39. TAQSIMOT USULI ASOSIDA OPTIMALLASHTIRISH.....                                                 | 283 |
| §40. Excel-da taqsimot masalasini optimallashtirish.....                                           | 287 |
| XI - BOB. Amaliy va tajriba mashg'ulotlari.....                                                    | 289 |
| Amaliy mashg'ulotlar (1-11).....                                                                   | 289 |
| II. TAJRIBA MASHG'ULOTLAR.....                                                                     | 317 |
| Testlar.....                                                                                       | 347 |
| Xulosa.....                                                                                        | 378 |
| ADABIYOTLAR.....                                                                                   | 380 |
| GLOSSARIY.....                                                                                     | 384 |

**SH.R.MO'MINOV**  
**K.SH.MO'MINOVA**

**IQTISODIY - MATEMATIK  
MODELLAR VA USULLAR**

*O'quv qo'llanma*

Nashr. lits. AI № 174. Bosishga ruxsat 04.10. 2012-y.da berildi.

Bichimi 60x84  $\frac{1}{16}$ . Ofset qog'ozi №2. «Times» garniturası.

Shartli b.t. 24,5. Nashr hisob t. 23,8. Adadi 100 dona.

Buyurtma № 35

«IQTISOD-MOLIYA» nashriyotida tayyorlandi  
100084. Toshkent. Kichik halqa yo'li, 7-uy.

«HUMOYUNBEK-ISTIQLOL MO'JIZASI»  
bosmaxonasida chop etildi.  
100003. Toshkent. Olmazor, 171-uy.

