

65.9(2)  
11-18

Gulchehra SHODMONOVA  
Zafar ABDULLAYEV

# YER TUZISHDA IQTISODIY- MATEMATIK USULLAR VA MODELLAR



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**G. SHODMONOVA,  
Z. ABDULLAYEV**

# **YER TUZISHDA IQTISODIY - MATEMATIK USULLAR VA MODELLAR**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim  
vazirligi tomonidan oliy o'quv yurtlari uchun o'quv  
qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

**NAMANGAN DAVLAT  
UNIVERSITETI 141094  
Axborot-resurs markazi**

**«Musiq» nashriyoti  
Toshkent-2007**

O'quv qo'llanma «Yer tuzishda iqtisodiy-matematik usullar va modellar» fani bo'yicha Yer tuzish fakultetining «Yer tuzish va yer kadastri» ixtisosligini egallayotgan talabalarga mo'ljallangan bo'lib, undan magistratura va aspirantura tinglovchilari ham foydalanishlari mumkin.

**Taqrizchilar:**

**Q.Safayeva** – iqtisod fanlari doktori,  
professor;

**A. Bobojonov** – iqtisod fanlari nomzodi,  
dotsent

**Qat'iy buyurtma.**

**ISBN 978-9943-307-23-0**

**©O'zbekiston davlat konservatoriyasining  
«Musiq» nashriyoti, 2007**

## KIRISH

O'zbekiston Respublikasida bozor munosabatlariga o'tilayotgan hozirgi davrda yer tuzish masalalarini talab darajasida yechishga katta ahamiyat berilmoqda. Bu borada axborotlar bog'liqligiga ega bo'lgan masalalarni yechishni takomillashtirish uchun yer tuzish loyihalarining sifatini oshirish, yer tuzish va yerdan foydalanish, yer kadastri masalalarini tezlik bilan yechish uchun zamonaviy kompyuterlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Shuning uchun yer tuzish fakulteti talabalariga, magistrantlar, malaka oshirish fakulteti tinglovchilariga iqtisodiy-matematik modellashtirish asoslarini o'rganish va o'rgangan bilimlarini tajribada sinab ko'rish katta ahamiyatga ega.

Ushbu o'quv qo'llanmaga quyidagi masalalar kiritilgan:

-katta hajmda kelayotgan axborotlarni iqtisodiy-matematik usullar yordamida qayta ishlay olish va ularni tahlil qilish bilimlarini egallash va bu bilimlarni yer tuzishda qo'llay bilish;

-yer maydonlarini va ishlab chiqarishni tashkil qilishning samaradorligini oshirishning yangi rezervlarini topishda, yer tuzish masalalarini cheklangan resurslar sharoitida ekstremal yechimlarini topishga yordam beruvchi optimizatsiya usullarni o'rganish;

-yer tuzish loyihalarini va sxemalarini ishlab chiqishda, yerdan oqilona foydalanishni tashkil qilish bilan bog'liq bo'lgan iqtisodiy jarayonlarni mustaqil modellashtirish bilimlarini egallash;

- iqtisodiy-statistik modellashtirish va ishlab chiqarish funksiyalari orqali modelning o'rganilayotgan jarayonga mos kelish darajasini baholashni turli ko'rsatkichlaridan foydalanish orqali (korrelyatsiya koeffitsiyenti, determinatsiya koeffitsiyenti va boshqalar) amalga oshirishni o'rganish.

- yerga egalik qilishning optimal o'lchamini aniqlashning iqtisodiy-matematik modellashtirishni o'rganish.

Hozirgi vaqtda o'zining sohasida matematik modellashtirish usullarini qo'llovchi yer tuzuvchi, tizimli dasturiy ta'minotlar va standart dasturiy vositalar hamda amaliy dastur paketlaridan foydalana bilishlari kerak. Mana shu barcha vositalarga ega bo'la turib, zamonaviy kompyuter texnikasi imkoniyatlaridan foydalangandagina

yerni muxofazalash va undan ratsional foydalanishni tashkil qilish bo'yicha eng yaxshi yechimlarni tezlik bilan olish mumkin.

Qo'llanmada taklif qilinayotgan usul va vositalar yer tuzish masalalarini yechishning sifat va samaradorligini oshiradi.

# **I bob. MODELLASHTIRISH VA ZAMONAVIY HISOBLASH USULLARI**

## **1.1. Model va modellashtirish tushunchasi**

«Model» tushunchasi lotin tilidagi *modulus* soʻzidan olingan boʻlib, meʼyor, oʻlchov, namuna maʼnosini anglatadi. Model ilmiy bilishning muhim usullaridan boʻlib, namunaning xususiy holi hisoblanadi. Tadqiqotchi, bilimning har qanday tarmoqlarida ham murakkab hodisa va jarayonlarni tushuntirishda fanga oldindan maʼlum boʻlganlar bilan solishtirishga hamda unga yaqinlashtirishga, harakat qiladi. Shunday qilib, kishilar tushunarsiz narsalarni, tushunarli boʻlgan va avval maʼlum boʻlganlardan foydalanib tushuntirishga intilishadi.

Hayotda oʻxshatishni va namunani koʻpincha birga uchratish mumkin. Misol binoning maketi (modeli) uning arxitekturasi qayta ishlab chiqadi, joylarning tapograf-geodezik kartasi landshaftning xarakterini belgilaydi, kemaning yoki samolyotning modeli ularning tashqi koʻrinishidan, imkoniyatlaridan, proporsiyalaridan dalolat beradi. Modelning eng koʻp tarqalgan uchta turli mavjud: geometrik, fizik, matematik.

*Geometrik modellar* oʻzida obyektning asl nusxasi toʻgʻrisida tashqi taasurot beradi va ularning asosiy qismi taqdimot maqsadida xizmat qiladi. Bu turdagi modellarga maʼlum bir texnologiya bilan bir xil ranglarda chizilgan rasmlarning nusxasi, mashina detallarining namoyish qilinayotgan modeli va boshqalarni misol qilib olish mumkin. Biroq modellar boshqa masshtabda bajariladi (binoning maketi, kemaning modeli, joylarning tapograf-geodezik kartasi, tuproq kesmasining modeli).

Bunday turdagi modellarni tuzishda obyektga geometrik oʻxshatish asosiy rol oʻynab, bunda ularda kyechedigan jarayonlar hisobga olinmaydi. Misol, gipsdan yoki bronzadan qilingan odam gavdasining modeli organizmda kyechedigan fiziologik jarayonlar toʻgʻrisida, joylarning topograf-geodezik maketi tabiatda aylanadigan suvlar toʻgʻrisida, tuproq kesmasining modeli berilgan tuproqda kyechedigan fizik-ximik jarayonlar toʻgʻrisida hech qanaqangi axborot bermaydi.

*Fizik modellar* nafaqat original va model orasida ularning shakli va geometrik proporsiyalari nuqtayi-nazaridan oʻxshatishni aks

ettiradi, balki ularda kechadigan asosiy fizik jarayonlarni ham aks ettiradi. Ular o'zlarining tabiatiga ko'ra mexanik, gidravlik, elektrik turlardan iboratdir.

Fizik modellashtirishda model va uning namunasi hamma vaqt bir xil fizik tabiatdan iborat bo'lgan obyektдан iboratdir. Bularga misol qilib uchuvchi qurilmalarning aerodinamik xossalarini, ularning modellarini aerodinamik trubada «puflash» orqali aniqlash, gidrotexnik inshootlar (plotin, damba va boshqalar) ning taxmin qilingan tabiatini unga nisbatan ancha kichik bo'lgan obyektlar ustida tadqiqot olib borish va boshqalarni olish mumkin. Bu holda modelning nafaqat geometrik o'lchami, balki unga mos ravishda obyektning boshqa fizik xossalari ham o'zgaradi. Misol, plotinaning 1/10 natural miqdordagi modelini tuzishda undagi suvning bosimini ham 10 marotabagacha kamaytirish kerak bo'ladi va kelgusida qurilish paytida buni hisobga olish kerak bo'ladi.

Geometrik va fizik modellar buyumga oid modellar turiga kiradi. Ular moddiy nusxa yoki fizik ta'sir etuvchi qurilmalardan iboratdir (traktorning yoki sug'orish tizimining modeli).

*Matematik modellar* o'zida obyektning abstrakt ifodasini belgi (simvol)lar orqali aks ettiradi, shuning uchun ham ularni abstrakt modellar deb ham atashadi. Ular, odatda, tenglamalar va tengsizliklar sistemasidan, modellashtirilayotgan obyekt, hodisa, jarayonlarni matematik ifodalashning jadval, grafik, formula ko'rinishlaridan iboratdir.

Matematik modellar, odatda, obyektни geometrik yoki fizik modellashtirish qiyin bo'lgan hollarda ishlatiladi. Bunday modellar astronomiyada, fizikada, mexanikada, lingvistikada ishlatiladi

Iqtisodiyotda va yer tuzishda geometrik va fizik modellar juda kam ishlatiladi. Bularga misol qilib, o'zlashtirish ko'p yillar davomida amal qiladigan va samarasi ham ko'p yillardan keyin ko'rinadigan qishloq xo'jaligini yuritishning tajribaviy tizimlarini, tajribaviy almashlab ekishlar, hududni joylashtirish va tashkil qilish masalalarini olish mumkin. Ko'rinib turibdiki, bu sohalarida matematik modellarni qo'llash qulaydir.

Barcha modellar umumiy xossaga egadirlar:

-ular o'rganilayotgan obyektga o'xshashdirlar va uning eng muhim tomonlarini aks ettiradi;

-modelni o'rganish paytida uni o'rganilayotgan obyekt, hodisa va jarayonga o'xshatish (almashtirish) mumkin;

-ular nafaqat modellashtirilayotgan obyekt to'g'risida, balkim uning o'zgartirilayotgan shartlar asosida taxmin qilinayotgan hulq-atvori to'g'risida ham axborot berishi mumkin. Shunday qilib, model

asosan originalni o'rganish uchun xizmat qiladi. Bunda modelning originalini hamma tomonini butunlay aks ettirishiga zarurat tug'ilmaydi. Tadqiqotchi, o'zining oldiga, modelni tuzish jarayonida, modelning xarakterini aniqlaydigan aniq maqsad qo'yadi.

*Modellashtirish* deganda o'rganilayogan obyekt, hodisa yoki jarayonning modelini tuzish tushuniladi.

*Obyekt* – bu fizik (moddiy) jism, narsadir. Uni o'rganish uchun odatda geometrik model ishlatiladi.

*Hodisa* – bu predmetning tashqi xossasi va belgilaridan iborat bo'lib, unga his qilish, qabul qilish va tasavvur qilish orqali erishiladi. Misol, gul - bu obyekt (predmet), xossasi esa uning shakli, rangi va hidi orqali namoyon bo'ladi.

Hodisalarda qonuniyatlar ochiladi: yerga tushgan olma I. Nyutonning butun dunyo tortishish qonunini yaratishiga turtki bo'ldi.

Iqtisodiy hodisalarning modellari orqali tadqiqot qilish, ayniqsa muhimdir. Misol, obyektiv amal qilayotgan iqtisodiy narx-navo qonunini baho aks ettiradi. Shuning uchun ham bahoni modellashtirish davlat iqtisodiy siyosatida narx-navo qonunini ishlatishga yordam beradi.

*Jarayon* – bu obyekt holatining ketma-ket almashinuviga, hodisaning rivojlanishiga turtkidir. Agar hodisa statik, doimiy sifatga ega bo'lsa, u holda jarayon dinamik xarakteristikaga ega bo'ladi. Misol, biologiyada o'simlikning o'sishi va rivojlanishini modellashtirish – bu jarayonni modellashtirishga misol bo'la oladi.

*Model* va modellashtirish terminlari *kibernetika* tushunchasiga kirib, murakkab tizimlarni boshqarishning amal qilishi va uni tuzishning qonunlarini o'rganadi. Har qanday boshqaruv jarayoni olinadigan axborot asosida qabul qilinadigan qarorlarga bog'liqdir, shuning uchun ham *kibernetikani boshqariladigan murakkab tizimlarda axborotni yig'ish, saqlash, uzatish umumiy qoidalari to'g'risidagi fan* deb qarashadi. «Kibernetika» so'zining o'zi grek tilidagi «*cybernetes*» so'zidan olingan bo'lib, «boshqaruvchi», «darg'a» ma'nosini anglatadi;

Kibernetikaning mustaqil ilmiy yo'nalish sifatida paydo bo'lishiga 1948-yilda Massachuset texnologik instituti professori, taniqli matematik, Norbert Vinerning (1984-1964) «Kibernetika, yoki mashina va xayvonlarda boshqaruv va aloqa» degan kitobini nashr ettirishi sabab bo'ldi. Bu to'plamda Viner ijtimoiy, texnik va biologik

– tabiatdagi turli boshqaruv tizimlariga qarashli qonuniyatlarni umumlashtirgan.

Iqtisodiy kibernetika «model» va «modellashtirish» tushunchalari bilan birgalikda «tizim», «axborot», «boshqaruv» tushunchalari ham ishlatiladi.



*Tizim - bu bir-biri bilan qonuniyatli suratda bog'liq bo'lgan buyumlar va hodisalarning obyektiv birligidir.* Sistemaga xujayralardan tashkil topgan tirik organizmni, mahsulot ishlab chiqaradigan korxonani misol qilib olish mumkin.

*Axborot* — bu sistemaning holati to'g'risidagi va unda kuzatiladigan jarayonlar haqidagi ma'lumotlar majmuasidan iboratdir.

*Boshqaruv* — bu mavjud axborotlar asosida boshqariladigan tizimga maqsadli yo'naltirilgan ta'sir etish jarayonidan iborat bo'lib, uning maqsadi o'zgarib turuvchi tashqi sharoitda nazorat qilinadigan xulq-atvorini ta'minlashdan iboratdir.

Boshqarish obyektining turi va murakkablik darajasidan qat'iy nazar, insonning boshqarish faoliyati murakkab fikrlash jarayonidan iborat.

*Iqtisodiy obyektlarni boshqarish* murakkab va ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilishni talab qiladi. Chunki, iqtisodiy obyektlarga ko'pgina omillar ta'sir etganligidan bu ta'sir natijasini tizimni tahlil qilish yo'li bilan aniqlash mumkin. Iqtisodiy obyektlarga ta'sir qiluvchi omillarga iqtisodiy, texnik-iqtisodiy, ma'muriy, tashkiliy va ijtimoiy omillar kiradi.

*Tizimning modeli*, uning namunasi, asl nusxa-tizimning xossalarini ochishga, uning hulq-atvori qonuniyatlarini o'rganishga va kerakli yunalishda asl nusxa-tizimga ta'sir qilish uchun axborot olishga xizmat qiladi.

Emperik va nazariy bilishni birga olib boruvchi modellashtirish usuli fanning barcha sohalarida samarali qo'llanilmoqda. Shu tufayli obyekt haqidagi mavjud axborotni belgilash va tartiblash, ularning ba'zi bir xossalari va murakkab bog'lanishlarini aniqlash, hali noma'lum bo'lgan xossalari, obyekt holatining mumkin bo'lgan o'zgarishi to'g'risidagi axborotni aniqlash, buning natijasida tug'iladigan gipotezalar va nazariy taxminlarni aniqlash mumkin buladi. O'tgan zamon olimlari (Demokrit, Epikur, Lukretsiy Kar) ham atomning harakati va o'zaro qo'sqilishi to'g'risidagi hayoliy modellarini, tuzganlar va bu modellar yordamida narsalarning fizik xossalarini tushuntirishga harakat qilganlar.

## **1.2. Iqtisodiy hisoblarda qo'llaniladigan matematik usullar**

U yoki bu obyekt, hodisa yoki jarayonni ifodalovchi har qanday matematik model ularni tasniflovchi ma'lum bir sonli ko'rsatkichlarni o'z ichiga oladi. Misol uchun yer tuzish loyiha-sining asosiy tasnifi uchastka (kontur, yer boylıkları, qurilish, almashlab ekish)larning maydoni yoki uning uzunliklaridan iboratdir. Modellashtirish uchun

bu ko'rsatkichlar oldindan berilgan va ular o'zgaruvchi miqdordardir, shunday ekan modellashtirishdan maqsad ularning eng yaxshi qiymatlarini aniqlashdan iboratdir.

Modeldagi barcha o'zgaruvchilar, albatta, bir-biri bilan ma'lum cheklanish (tenglama yoki tengsizlik)lar orqali o'zaro bog'langan. Qo'yilgan masalaning maqsadi masalani yechish, model parametrlarining eng yaxshi qiymatlarini topishdan iboratdir. Matematik usullar esa mana shu imkoniyatni beradi: ular yordamida o'zgaruvchilarning optimal qiymatini hisoblash mumkin.

Ma'lumki, barcha yer tuzish va iqtisodiy-matematik masalalar ko'p variantli alternativ xarakterga ega bo'lib, asosiy masala berilgan kriteriya asosida mumkin bo'lgan bir necha variantlar ichidan optimalini tanlashdan iborat. Buning matematik ma'nosi u yoki bu funksiyaning maksimum yoki minimum qiymatini qidirish, ya'ni masalani ekstremumga yechishdan iboratdir.

Bunday masalalarni yechish paytida ikkita hol bo'lishi mumkin:

-masalani klassik differensial hisob usuli bo'yicha yechish mumkin bo'lgan hol;

-klassik usullarni qo'llash qiyin yoki umuman qo'llash mumkin bo'lmagan hol.

Ikkinchi holatda *matematik dasturlash deb ataladigan* usullar ishlatilib, bu usullar injenerlik va iqtisodiy masalalarni yechishda keng qo'llanilib kelinayapti. «Dasturlashtirish» atamasi ketma-ket yaqinlashish algoritmidan foydalanishni ko'rsatadi, ya'ni dastur mumkin bo'lgan rejadan boshlab, uni eng yaxshi yechim hosil bo'lguncha yangilab boradi.

Matematik dasturlashning ekstremal masalalarining chiziqli bo'lmagan shartlari ichida qavariq dasturlash masalasi ajralib turadi bu masalada qavariq to'plamdagi maksimum qavariq funksiyani aniqlash talab qilinadi. Qavariq to'plamda berilgan qavariq funksiyaning har qanday lokal maksimumi shu to'plamdagi uning global maksimumidan iborat bo'ladi.

Masalaning dastlabki parametrlari hamma vaqt ham ma'lum sonlar orqali ifodalanavermaydi, ular ayrim paytlarda tasodifiy miqdordardan iborat bo'ladi; bunday hollarda *stoxastik dasturlash usullari* qullaniladi. Bir nyecha bosqichlarda ekstremumini hisoblashga zaruriyat tug'ilmaydigan masalalarga bir bosqichli (statistik) deb aytiladi, ko'p bosqichli masalalar *dinamik dasturlash usullarini qo'llashni talab qiladi*.

Iqtisodiy izlanishlarda matematik dasturlash masalalaridan tashqari boshqa miqdoriy usullar: *regressiya, dispersiya tahlili, tarmoqlararo balans* usullari ham keng qo'llanila boshladi.

Matematikaning turli bo'limlari (chiziqli algebra, ehtimollar nazariyasi, matematik statistika, matematik dasturlash, balans modellari, o'yinlar nazariyasi va boshqalar) ning rejalashtirishda, loyihalashda, xo'jalik faoliyatida sistematik ravishda qo'llanilishi amaliy matematikaning mustaqil tarmog'i (operatsiyalarni tekshirish)ni vujudga keltirdi. Bu esa hisoblash texnikasi va unga mos dasturiy ta'minotlarining yangi vositalarini qo'llashga imkoniyat yaratib berdi.

### 1.3. Hisoblash usullari va vositalarining paydo bo'lishi va rivojlanishi

Ko'p sonli statistik paketlardan ko'p qo'llaniladiganlari STATGRAPHICS, STADIA, STATISTICA dasturlaridan iborat bo'lib, ular ko'p turdagi statistik hisoblarni: statistik gipotezalarni tekshirish, chiziqli regressiya tahlili, korrelyatsiya tahlili, ko'p o'lchovli ma'lumotlar tahlili va boshqalar. Ayrim maxsus hisoblarni olib borishda (misol, vaqtinchalik qatorlar tahlili) da maxsuslashgan paketlar (SPSS, EVRISTA)ni ishlatish qulaydir. Barcha statistik dasturlar Windows interfeysiga mos keluvchi do'stona interfeysga ega bo'lganligi uchun matematik statistika sohasida kerakli bilimga ega bo'lgan foydalanuvchi o'rtacha tayyorgarlik bilan tezda o'rganib olishi mumkin.

*Maxsus amaliy dastur ta'minotlari vositalarining imkoniyati asosan aniq amaliy masalalarni yechishda aniqlanadi.*

Hozirgi vaqtda quyidagi masalalarni yechishda qo'llaniladigan amaliy dastur paketlari mavjud:

- chiziqli dasturlash umumiy masalalarini simpleks usulida yechish;

- transport masalasiga doir masalalarni;

- korrelyatsiya-regressiya tahlilini olib borish va ishlab chiqarish funksiyasini tuzish;

- turli xildagi mulkchilikka asoslangan qishloq-xo'jalik korxonalarida yerga egalik va yerdan foydalanishning optimal o'lchamini aniqlash;

- hozirgi vaqtda o'zining sohasida matematik modellashtirish usullarini qo'llovchi yer tuzuvchi, tizimli dasturiy ta'minotlar va standart dasturiy vositalar hamda amaliy dastur paketlaridan foydalana bilishlari kerak. Mana shu barcha vositalarga ega bo'la turib, zamonaviy kompyuter texnika imkoniyatlaridan foydalangandagina yerni muxofazalash va undan ratsional foydalanishni tashkil qilish bo'yicha eng yaxshi yechimlarni tezlik bilan olish mumkin.

#### 1.4. Yer tuzishda matematik usullar va modellarni qo‘llashning zarurligi va imkoniyatlari

Yer tuzish loyihasi yerdan foydalanuvchi har qanday korxonaga yoki tashkilot uchun katta ahamiyatga ega.

Misol uchun, xo‘jaliklararo yer tuzish loyihalarida xo‘jaliklar va aholiga ajratiladigan yer maydoni, yerga egalik qiluvchi va undan foydalanuvchilarga uning chegarasi, yer boylıklarining tarkibi, maqsadi, yerdan foydalanishni chegaralashni aniqlashdan iboratdir. Bu loyihalar asosida yerga egalik qiluvchilar va yerdan foydalanuvchilarga yer ajratish, hujjatlar berish, yerni xususiyashtirish huquqini o‘rnatish, arendaga berish, ko‘p va oz muddatda yerdan foydalanish, ularsiz xo‘jalikni yuritish mumkin bo‘lmagan operatsiyalar (oldi-sotdi, meros qoldirish, sovg‘a qilish va hokazo)larni amalga oshirish mumkin.

*Xo‘jalik ichi yer tuzish* loyihalarida qishloq xo‘jalik korxonasi hududi uning iqtisodi, ishlab chiqarishi, mehnat va boshqarishni tashkillashtirish talablari bilan birgalikda tashkillashtiriladi. Bular yerdan foydalanish, yer boylıklarining tarkibi (haydaladigan yer, ko‘p yillik ekinlar, ozuqa ekinlari, ihotazorlar va boshqalar maydoni) almashlab ekish dalalarining turi, ko‘rinishi, o‘lchami, soni va joylanishi, pichanzorlar, alohida olingan xo‘jalik tarmoqlari o‘lchami, mahsulot ishlab chiqarish hajmi va xo‘jalikni rivojlantirish istiqbollari belgilanadi.

*Ishchi loyihalar* yer tuzish tadbirlari (ozuqa maydonlarini yaxshilash, yerni o‘zlashtirish, bog‘lar va ekinzorlarni hosil qilish (zakladku) yo‘llar qurish va hokazo) ni amalga oshirishda aniq yer uchastkalaridan foydalanishni va bu tadbirlarga investitsiya vositalarini samarali foydalanishga yo‘naltirishni aniqlab beradi.

Shunday qilib, yer tuzish loyihalari har qanday korxonaning xo‘jalik faoliyati va yerdan foydalanishini bir yil oldin aniqlaydi. Yerdan xo‘jalik yuritishning iqtisodiy, ekologik, ijtimoiy samaradorligi mana shularning qay darajada to‘g‘ri va sifatli tayyorlanishiga bog‘liqdir.

Yer tuzish loyihasining tarkibiga grafik va matnli hujjatlashtirish ham kiradi.

*Grafik hujjatlashtirish* loyihali reja, obyektning bor holicha ko‘chirish bo‘yicha ishchi chizmalar (cherteji), kartalar (tuproqqa xos bo‘lgan, geobotanik, yerni baholash, agroekologik va boshqalar), loyihalashda ishlatiladigan va obyektning haqiqiy holatini hisobga oluvchi sxemalar, grafiklar, rasmlar, diagrammalarni o‘z ichiga oladi.

*Matnli hujjatlashtirish* loyihalashtirishga topshiriq, hisob-tushuntirish xati, loyihani asoslash uchun texnik-iqtisodiy materiallar,

yer boyliklari maydonining varaqalari, moliyaviy-smeta hisoblari va boshqalarni o'z ichiga oladi.

Loyihalarni grafik va matnli hujjatlashtirish sonli ma'lumotlarga tayanadi. Misol uchun xo'jalik chegarasi bu chiziqlardan iborat bo'lib, ular ma'lum bir koordinatali nuqtalarni birlashtiradi. Loyihali eksplikatsiyalarni tayyorlash turli xildagi yer maydonlarini hisoblash, ekin maydonlari va almashlab ekish dalalarining strukturasi hisoblash, aholi punktlari, aholisi soni va miqdorini aniqlash, ishlab chiqarish markazlari, chorvachilik fermalarining joylashitirilishi va boshqalarni aniqlaydi. Bularning barchasi sonli xarakterga egadir.

Yer tuzish loyihalari o'zining maqsadini to'liq ifodalab, yerdan foydalanishning eng samarali yo'llarini aniqlaydigan bo'lishi uchun uni tuzishda bir qancha faktorlarni hisobga olish kerak bo'ladiki bular ayrim hollarda teskari yo'nalishda ta'sir ko'rsatadi. Misol uchun qishloq xo'jalik texnikalaridan samarali foydalanish nuqtai nazaridan almashlab ekish dalalari va haydash uzunligi katta bo'lishi kerak. Aksincha, tuproqning yaroqli bo'lishi nuqtai nazaridan esa, aniq turdagi qishloq xo'jalik ekinini ekish uchun bu dalalar uncha katta bo'lmasligi kerak.

Bunday turdagi kam sonli cheklanishlarga ega bo'lgan ratsional loyihali yechimlarni topish qiyin emas, chunki loyihachiga ko'p bo'lmagan variantlarni qarashga to'g'ri keladi. Masalaga yangi shartlarning qo'sqilishi bilan eng samarali yechimni topish murakkablashadi, barcha zarur bog'lanishlarni hisobga olish esa qiyinlashadi.

Bundan tashqari, asosiy qiyinchilik qandaydir mumkin bo'lgan loyiha yechimini topishdangina iborat emas. Bunga qaramasdan har qanday qo'shimcha shart yoki cheklanishlar deyarlik hamma vaqt masalaning aniqlanish sohasini qisqartiradi, mumkin bo'lgan yechimlar soni yoki loyiha variantlari oldingidek, cheksiz ko'pligicha qoladi. Loyihachining maqsadi, mumkin bo'lganlar ichidan eng ratsional yechimini tanlab olishdan iborat bo'lib, bunga faqatgina matematik usullardan foydalanish orqaligina erishish mumkin.

Yer tuzishni loyihalashning mavjud usullari asosan yig'ilgan bilim va tajribalarga suyanadi, loyihachilar eng ko'pi bilan loyihaning ikki-uchta variantiga ega bo'la olishadi va bularning ichidan eng yaxshisini tanlab olishadi. Bu olingan variant esa, mumkin bo'lgan ko'plab yechimlar ichidagi ikki-uchtasining ichida eng afzali bo'lishi mumkin. Bunday yo'l bilan olingan loyihani haqiqatan ham optimal ekanligiga hech kim kafolat bera olmaydi.

Bunday muammolarni yechishda turli xildagi usullardan foydalanilgan.

Birinchiidan, EHM da muloqotli (interaktiv) ishlash rejimlari paydo bo'lib, yer tuzuvchi-loyihachi masalaning turli parametrlarini o'zgartirib, mashina oldiga «nima bo'ladi, agar..?» degan savolni qo'yadi. Bu asosda aniq bir ko'rsatkichlar bo'yicha yoki bitta integrallashgan ko'rsatkich bo'yicha eng yaxshi variant tanlangan. Shunday qilib, aniq loyihali vaziyatni kompyuterda imitatsiya qilish orqali eng to'g'ri keladigan yechimini tanlash amalga oshiriladi.

Ikkinchiidan, loyihali masalalarni yechish uchun to'g'ri keladigan cheksiz ko'p yechimlardan eng yaxshisini xatosiz tanlaydigan matematik usullar (matematik dasturlash usullari, yoki iqtisodiy-matematik usullar).

Ikkala yo'l ham yer tuzish loyihalarini agroiqtisodiy tushuntirishda ishlatilgan. Biroq hisoblash texnikasi vositalarining rivojlanishi grafik ko'rinishdagi yer tuzish masalalarini yechishda ham matematik usullarni qo'llash imkoniyatlarini tug'dirdi.

Matematik usullardan tashqari keyingi paytlarda kartografiya va fotogrammetriyalar uchun maxsus dasturlar: MapInfo, Arcinfo, Micro station geoinformatsion tizimlari, avtomatlashgan kadastr tizimi va boshqalar qo'llanilmoqda.

#### **Tayanch so'z va iboralar**

Model, modellashtirish, geometrik model, fizik model, obyekt, hodisa, tizim, axborot, boshqaruv, optimal yechim, cheklanish, yer tuzish loyihasi, xo'jalik va xo'jaliklararo yer tuzish.

### **I BOB UCHUN SAVOLLAR**

1. Model va modellashtirish tushunchasi.
2. Model turlari.
3. Geometrik, fizik, matematik modellar ta'rifini ayting va ularning bir-biridan farqini misollar asosida tushuntiring.
4. Obyekt, hodisa, jarayonlarning ta'rifi va farqini tushuntiring.
5. Kibernetika so'zining ma'nosini tushuntirib bering.
6. Kibernetika fanining asoschisi kim?
7. O'zbekistonda kibernetika fanining rivojlanishiga asos solgan olimlar kimlar?
8. Iqtisodiy hisoblarda qo'llaniladigan usullar turlarini ayting.
9. Qaysi hisoblash usullari va vositalarini bilasiz?
10. Yer tuzishda ishlatiladigan qaysi matematik usullarni bilasiz?
11. Yer tuzishda ko'proq qaysi iqtisodiy-matematik usullar qo'llaniladi?

12. Optimal model ta'rifini ayting.
13. Qanday yer tuzish va yer kadastrı masalalarini matematik usullar bilan yechgan ma'qul?
14. Keyingi paytlarda eng ko'p ishlatilayotgan axborot tizimlari nomlarini ayting.

## II BOB. MATEMATIK DASTURLASH MASALALARI

### 2.1. Chiziqli dasturlash (CHP) masalasining qo'yilishi

Matematikaning asosiy bo'limlaridan biri matematik program-malashtirish bo'limi, matematik modellarning son qiymatini topish bilan shug'ullanadi.

«Dastur» atamasi ketma-ket yaqinlashish algoritmidan foydalanishni ko'rsatadi, ya'ni dastur mumkin bo'lgan rejadan boshlab, uni eng yaxshi yechim hosil bo'lguncha yangilab boradi.

Matematik dastur masalasi quyidagicha ifodalanadi:

$x_1, x_2, \dots, x_n$  o'zgaruvchilar berilgan bo'lib, bu o'zgaruvchilar har xildagi sonli qiymatlarni qabul qiladi. Bu noma'lumlarga ma'lum bir shartlar qo'yilib, bulardan *cheklanishlar sistemasi* hosil bo'ladi. Cheklanishlar sistemasi deganda tenglama yoki tengsizliklar sistemasi tushuniladi, Ma'lumki ular chiziqli ko'rinishga ega (ya'ni bunda o'zgaruvchilar birinchi darajada qatnashadi):

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1,$$

.....

$$a_{r1}x_1 + a_{r2}x_2 + \dots + a_{rn}x_n = b_r,$$

(2.1.1)

$$a_{r+11}x_1 + a_{r+12}x_2 + \dots + a_{r+1n}x_n \leq b_{r+1}$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m$$

lekin ular chiziqli bo'lmagan ko'rinishda ham bo'lishi mumkin:

$$q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 0; \quad (2.1.2)$$

$$x_j > 0; \quad I = 1, 2, \dots, m; \quad j_{an} = 1, 2, \dots, n \quad (2.1.3)$$

Shunday qilib cheklanishlar sistemasi aralash holda (chiziqli va chiziqli bo'lmagan ifodalarni) ham o'z ichiga olishi mumkin.



Undan keyin qidirilayotgan miqdorlardan tashkil topgan, mezon (foйда, xarajat, tannarx)ni ifodalovchi funksiya tuziladi. Uni masalaning maqsad funksiyasi yoki funksionali deb atashadi. U ko'pincha chiziqli ko'rinishda bo'ladi:

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max (\min), \quad (2.1.4)$$

Shunday qilib, o'zgaruvchilarning cheklanishlar sistemasini qanoatlantiruvchi shunday qiymatini topish talab qilinadiki, natijada maqsad funksiya eng katta yoki eng kichik qiymat qabul qilsin.

Agar qidirilayotgan  $x_1, x_2, \dots, x_n$  o'zgaruvchilarga nisbatan cheklanishlar sistemasi va maqsad funksiya chiziqli bo'lsa, u holda chiziqli dasturlash masalasi hosil bo'ladi; agar birona bir chiziqli bo'lmagan ifoda mavjud bo'lsa, u holda chiziqli bo'lmagan dasturlash masalasi hosil bo'ladi. Bu ikkala turdagi masalalarni yechish usullari mavjud.

O'zgaruvchilarning har qanday sonli qiymatlari to'plami masalaning rejasi deb aytiladi; cheklanishlar sistemasini qanoatlantiruvchi rejaga mumkin bo'lgan reja deb aytiladi. Maqsad funksiyani maksimallashtiradigan (yoki minimallashtiradigan) mumkin bo'lgan rejaga *optimal* reja deb aytiladi. Ma'lumki, masalada mumkin bo'lgan yechimlar cheksiz ko'p bo'lib, yeqqilish algoritmi bu yechimlar ichidan optimal rejani topishga qaratilgan. O'zgaruvchilarning birona bir manfiy bo'lmagan qiymatlar to'plamiga javob bermaydigan chiziqli va chiziqli bo'lmagan cheklanishlar sistemasi *birgalikda bo'lmagan* deb aytiladi va bunday masalalar yechimga ega bo'lmaydi. *Birgalikda bo'lgan* sistemalar esa hech bo'lmaganda bitta mumkin bo'lgan yechimga ega bo'ladi.

Iqtisodiy rejalarni tuzishning bir nyecha xil variantlari bo'lishi mumkin. Matematik dasturlash oldindan qo'yilgan shartlar bajarilganda masalasi mavjud bo'lgan hamma variantlarda rejaning optimal variantini topishga xizmat qiladi.

Chiziqli dasturlash masalasini ifodalashning bir nyecha variantlari mavjud bo'lib, ularning ikki turi ko'p qo'llaniladi.

Minimallashtirish masalasidan maksimallashtirish masalasiga o'tish uchun maqsad funksiya ishorasini o'zgartirish kerak, ya'ni minimallashtirish masalasi  $f(x) = (c, x)$  maksimallashtirish masalasiga ekvivalent  $f(x) = -(c, x)$  yoki  $\min z = \max(-z)$  bilan almashtiriladi.

Har qanday tengsizlik ko'rinishidagi cheklanishni qo'shimcha manfiy bo'lmagan qo'shimcha o'zgaruvchilarni qo'shish orqali tenglama ko'rinishga aylantirish mumkin.

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \leq a \quad (2.1.5)$$

shart quyidagi ikkita cheklanishga ekvalentdir:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + x_{n+1} = a \quad (2.1.5')$$

$$x_{n+1} \geq 0 \quad (2.1.5'')$$

$x_{n+1}$  o'zgaruvchilarga qo'shimcha o'zgaruvchilar deyiladi. Bu ko'rinishda ifodalangan masalaga standart chiziqli dasturlash masalasi deb aytiladi.

Chiziqli dasturlash masalasining kanonik ko'rinishi deb quyidagiga aytiladi:

$$\max(c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n) = z \quad (2.1.6)$$

maqsad funksiya va

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \quad (2.1.7)$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m$$

$$x_i \geq 0, \quad i=1, 2, \dots, n. \quad (2.1.8)$$

cheklanishlardan iboratdir.

Bu masala matritsa ko'rinishida quyidagicha yoziladi:

$$\max(c, x), \quad Ax = b, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

(2.1.6) chiziqli funksiyaga maksimal qiymat beruvchi mumkin bo'lgan yechimga optimal yechim deb aytiladi.

**2.1.1-topshiriq.** Ikkita qishloq xo'jalik ekini: qand lavlagi va arpani birgalikda ekishning shunday optimal varianti topilsinki, natijada maksimum ozuqa birligi olinsin. Aytaylik bularni yetishtirish uchun xo'jalikda 20 ga ekin maydoni, 55 odam- kuniga teng mehnat resurslari, 32 t. mahalliy o'g'it mavjud bo'lsin.

Qand lavlagining reja bo'yicha hosildorligi 200 s, arpaniki esa 20 s. Qand lavlagining ozuqa birligi koeffitsiyenti -0,25; arpaniki -1,2.

Agar qand lavlagining ishlab chiqarish hajmini  $x_1$  bilan, arpanikini  $x_2$  bilan belgilasak va 1 s hosil uchun ketgan xarajatlar 1-jadvalda keltirilgandek bo'lsa, masalaning matematik modeli tuzilsin.



Ishlab chiqarish resurslari	O'lchami	1 s uchun ketgan sarflar		Mavjud i/ch resurslari
		Qand lavlagi	Arpa	
Yer maydoni	ha	0.005	0.05	20
Mehnat xarajatlari	odam-kun	3.6	0.36	55
Mahalliy o'g'itlar	t.	6.25	0.625	32

Yuqoridagi jadval ma'lumotlarini e'tiborga olganda, bu masalani quyidagicha ifodalash mumkin. Cheklanishlar:

Yer maydoni buyicha

$$0,005x_1 + 0,005x_2 \leq 20 \quad (2.1.9)$$

Mehnat xarajatlari bo'yicha

$$3,6x_1 + 0,36x_2 \leq 55 \quad (2.1.10)$$

$$6,25x_1 + 0,36x_2 \leq 32$$

Agar qidirilayotgan maksimumni  $C$  bilan belgilasak, maqsad funksiyaning ko'rinishi

$$C = 0,25x_1 + 1,2x_2 \rightarrow \max \quad (2.1.11)$$

Ishlab chiqarish hajmlari manfiy bo'lmashligi kerak, yani  $x_1, x_2 \geq 0$ .

Demak, berilgan masalani yechish, (2.1.11) ni yuqoridagi shartlar asosida yechishga keltiriladi.

**2.1.2-topshiriq.** Fermer xo'jaligidagi mollarni oziqlantirish paytida mollarning har biri bir kunda ma'lum bir miqdordan kam bo'lmagan ozuqa moddalarini, tuzlar, vitaminlarni, mikro elementlar va boshqalarni qabul qilishi kerak. Bulardan ayrimlarini kunlik qabul qilish yuqoridan chegaralangan. Xo'jalik 4 turdagi ozuqani tayyorlashi yoki sotib olishi mumkin. 1 bosh mol-ning zarur moddalarga mumkin bo'lgan maksimal kunlik talabi, ularning har bir yetishtirilgan ozuqa turidagi tarkibi, shuningdek, har bir birlik ozuqaning narxi jadvalda keltirilgan.

1 bosh mol uchun kunlik ratsiondagi ozuqalarning shunday birikmasini topish kerakki, ularni yetishtirishga ketgan xarajatlar minimum bo'lsin. Bulardan kelib chiqib, maqsad funksiyaning qiymatini yozamiz:

$$F = 5x_1 + 4x_2 + 2x_3 + 3x_4 \rightarrow \min. \quad (1.12)$$

Moddalar turi, o'lchami	Kunlik talab		1 kg turli xildagi oзуqalardagi ko'rsatilgan moddalar tarkibi			
	Zarur bo'lgan minimal miqdor	Mumkin bo'lgan maksimal miqdor	I	II	III	IV
$V_1$ kg	10	12	0,3	,40	0,2	0.2
$V_2$ mg	15	Ixtiyoriy	3	0	6	2
$V_3$ mg	5	7	0,2	0.1	0.15	0.3
$V_4$ mg	1,5	2	0,1	0,2	0,1	0,05
$V_5$ g	3	Ixtiyoriy	0,5	1	0	1.5
$V_6$ mg	4	5	1	2	4	0
Har bir turdagi oзуqa narxi, ming sh. b			5	4	2	3

1 bosh molning kunlik ratsionidagi zarur bo'lgan minimal va mumkin bo'lgan maksimal oзуqa moddalariga qo'yilgan cheklanishlarga asosan quyidagi shartlarni yozamiz:

$$\left. \begin{aligned}
 0,3 x_1 + 0,4 x_2 + 0,2 x_3 + 0,2 x_4 &\geq 10, \\
 0,3 x_1 + 0,4 x_2 + 0,2 x_3 + 0,2 x_4 &\leq 12 \\
 3 x_1 + 6 x_3 + 2 x_4 &\geq 15, \\
 0,2 x_1 + 0,1 x_2 + 0,15 x_3 + 0,3 x_4 &\geq 5, \\
 0,2 x_1 + 0,1 x_2 + 0,15 x_3 + 0,3 x_4 &\leq 7, \\
 0,1 x_1 + 0,2 x_2 + 0,1 x_3 + 0,05 x_4 &\geq 1,5, \\
 0,1 x_1 + 0,2 x_2 + 0,1 x_3 + 0,05 x_4 &\geq 2, \\
 0,5 x_1 + x_2 + 1,5 x_4 &\geq 3, \\
 x_1 + 2 x_2 + 4 x_3 &\geq 4, \\
 x_1 + 2 x_2 + 4 x_3 &\geq 5,
 \end{aligned} \right\} (1.13)$$

O'zgaruvchilarning manfiy bo'lmaslik sharti :

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0: \quad (1.14)$$

Ozuqalar	1 kg ozuqa tarkibida mavjud bo'lgan					1 kg ozuqa tannarxi, Sh.birl.	Oziqlantirish paytidagi 1 kg ozuqadagi maksimal miqdor	
	Ozuqa birligi, kg	Hazm bo'ladigan protein, g	Kal-siy, g	Fos-for, g	Karo tin, mg		Boshida	Oxirida
Konsentratlar	1.21	81	1,2	3,3	1	4	0,5	1,0
Xashak	0,49	116	17,7	2,2	45	2	—	—
Poxol	0,2	8	1,4	0,8	3	1	4	1.5
Yem	0,77	45	3	0,3	—	2	0,5	1
Dukkakli don	—	—	260	170	—	5	4	—

### 1 kg ozuqa tarkibidagi turli moddalar va 1 kg ozuqa tannarxi

Chiziqli dasturlash masalasining qaralgan masalalari statistik va bir qadamli, ya'ni bu yerda rejalashtirishning bir bosqichi uchun optimal yechim olinadi.

Bu masalalardan tashqari, chiziqli dasturlash masalasi ko'p qadamli masalalarni ham qaraydi. Bu masalalarda optimal yechim bir necha bosqich uchun ketma-ket topiladi. Bunday masalalarni o'rganish, ularni yechish usullarini ishlab chiqish bilan shug'ullanuvchi bo'limiga dinamik dasturlash deb aytiladi.

**2.1.3-topshiriq.** Dinamik dasturlashning quyidagi masalasini qaraymiz. Masalani yechish uchun dastlabki ma'lumotlar jadvalda keltirilgan.

Dekadalar	1 bosh uchun kunlik talab				
	Ozuqa birligi, kg	Hazm bo'ladigan protein,g	Kalsiy,g	Fosfor, g	Karotin, mg
1	5,8	520	25	12	35
2	5,9	550	26	13	35
3	6,0	580	27	14	35
4	6,1	593	28	15	40
5	6,2	606	29	16	43
6	6,3	620	30	17	45
7	6,6	640	31	18	48
8	6,8	660	33	19	50
9	7,0	680	35	20	52

Har bir dekada boshidagi mollarning ozuqa moddalariga bo'lgan talabi.

Har bir dekada mollarning ozuqa moddalariga bo'lgan talabini qondirishning shunday ratsionini tuzish kerakki, natijada uning tannarxi minimal bo'lsin. Berilgan masalaning iqtisodiy matematik modeli tuzilsin.

## 2.2. Matematik dasturlash masalalarining tasnifi

Matematik dasturlash masalalari maqsad funksiyasi va shartlarning turlariga qarab tasniflanadi. Agar maqsad funksiya va shartlar chiziqli bo'lsa, bunday masalalarga chiziqli dasturlash masalalari deyiladi. Yuqorida keltirilgan masalalar chiziqli dasturlash masalasiga misol bo'la oladi.

Agar maqsad funksiya yoki bo'lmasa birona shart chiziqli bo'lmasa ham bu masala chiziqli bo'lmagan matematik dasturlash masalasi deyiladi. Quyida chiziqli bo'lmagan dasturlash masalalari turlari keltirilgan:

**1-misol:**  $z = (x_1^2 - 3) + (x_2^2 - 4)$  maqsad funksiyaning qiymatini

$$3x_1 + 2x_2 \geq 7$$

$$10x_1 - x_2 \leq 8$$

$$-10x_1 - x_2 \leq 12$$

$x_1, x_2 \geq 0$  shartlar asosida toping. Bu yerda maqsad funksiya chiziqli bo'lmagan.

**2-misol:**  $z = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2$  maqsad funksiyaning minimum qiymatini

$$5. 6x_1 + 3,7x_3 \geq 4,9$$

$$7. 4x_1 + 4,3x_2 \geq 11,4$$

$$6. 9x_2 + 3,7x_3 \geq 10,1$$

$$12. 6x_3 + 4,6x_3 \geq 9,8$$

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$  shartlar asosida topilsin. Bu yerda maqsad funksiya chiziqli emas.

**3-misol:**  $z = 3x_1 + 4x_2$  maqsad funksiyaning maksimum qiymatini

$$x_1 \cdot x_2 \leq 25$$

$$x_1 \cdot x_2 \geq 4$$

$$x_1 \cdot x_2 \geq 0$$

shartlar asosida toping. Bu yerda shartlar chiziqli emas.

**4-misol:**  $F = x_1x_2$  maqsad funksiyaning quyidagi shartlarni qanoatlan-tiruvchi maksimal qiymati topilsin:

$$x_1^2 + 2x_2 + x_2^2 - 2x_2 \geq 14$$

$$2x_1 + x_2 \leq 10$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Bu yerda maqsad funksiya va cheklanishlar chiziqli emas.

Chiziqli bo'lmagan dasturlash masalalari juda turli tumandir. Ularni ko'plarini yechish usullari ishlab chiqilmagan. Maqsad funksiya chiziqli bo'lmagan masalalarni yechish ko'proq ishlab chiqilgan. Ularning ichida eng ko'p tarqalganlari maqsad funksiya kvadratik va separabl bo'lgan masalalardir. (Separabl deb shunday funksiyaga aytiladiki, u funksiyani boshqa funksiyalarning yig'indisi sifatida ifodalash mumkin.)

Cheklanish chiziqli bo'lmagan masalalarni yechish ko'p qiyinchiliklar tug'diradi. Ko'p hollarda *separabl* cheklanishga ega bo'lgan masalalarning optimal yechimini topish ishlab chiqilgan.

Keltirilgan chiziqli va chiziqli bo'lmagan dasturlashga doir misollarni statik yoki bir qadamdan iborat ya'ni faqat bitta bosqich rejasi uchun optimal yechim qabul qiluvchi deb atash mumkin. Matematik dasturlash bu masalalardan tashqari ko'p qadamli, ya'ni optimal yechimi ketma-ket bir nycha bosqichlar uchun topiladigan masalalarni ham yechish bilan shug'ullanadi. Bunday masalalarni yechish bilan sho'g'ullanuvchi matematik dasturlash bo'limiga dinamik dastur-lashtirish deyiladi

### 2.3. Chiziqli dasturlash masalasini grafik usulda yechish

Ikki o'lchovli chiziqli dasturlash masalasini grafik usulda yechishni qarab chiqamiz.

Ikkita  $(x_1, x_2)$  o'zgaruvchili chiziqli dasturlash masalasiga ikki o'lchovli deb aytiladi. Tengsizliklarni va maqsad funksiyani dekart korrdinata sistemasidagi  $x_1, x_2$  o'qlari o'tkazilgan to'g'ri chiziqlari ko'rinishida ifodalash mumkin. Ko'p o'zgaruvchili masalalarda bunday holni ko'rish qiyin. Ikki o'lchamli quyidagi chiziqli masalani qaraymiz:

$$z = 6000x_1 + 2000x_2 \quad (2.3.1)$$

$$x_1 + x_2 \leq 200 \quad (2.3.2)$$

$$200x_1 + 50x_2 \leq 15000 \quad (2.3.3)$$

$$300x_1 - 200x_2 \leq 0 \quad (2.3.4)$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \quad (2.3.5)$$

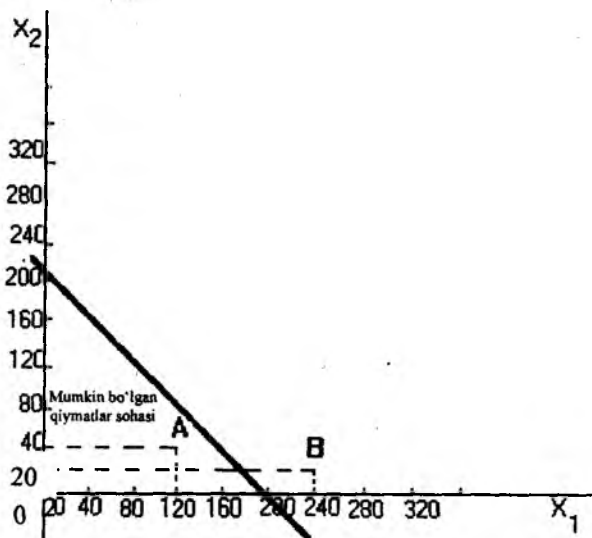
Har bir (2.3.1) -(2.3. 4) shartlarni tekislikni ikkiga bo'luvchi chiziq ko'rinishida geometrik tasvirlash mumkin. Chiziqning bir tomonida mazkur shartlarni qanoatlantiruvchi nuqtalarning koordinatasi, ikkinchi tomonda qanoatlantirmaydigan nuqtalar koordinatasi joylashgan.

Qabul qiladigan qiymatlar sohasidan ixtiyoriy A(120,40) nuqtalarni olsak (1) - shartni qanoatlantiradi, ya'ni  $120 + 40 < 200$ .

Qabul qilmaydigan qiymatlar sohasidan ixtiyoriy B(240,20) nuqta bu shartni qanoatlantirmaydi, ya'ni  $120 + 40 > 200$ .

Masalaning hamma shartlariga mos keluvchi to'g'ri chiziqlarni chizsak, u holda hamma shartlarni birdaniga qanoatlantiruvchi mumkin bo'lgan qiymatlar sohasini qabul qilish mumkin.





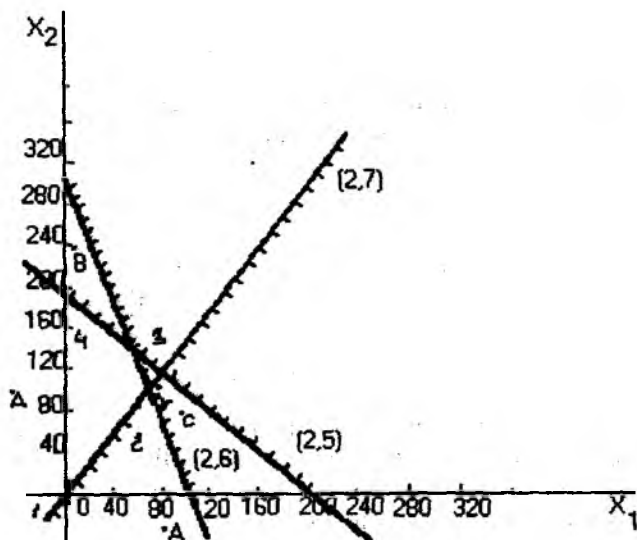
2.3.1-rasm.

2.3.2-rasmda shtrix bilan mumkin bo'lmagan qiymatlar sohasi belgilangan. Shtrix bilan belgilanmagan tomoni mumkin bo'lgan qiymatlar sohasi belgilangan.

Mumkin bo'lgan qiymatlari sohasidagi ixtiyoriy nuqtani olib qarajak, bu hamma shartlarni qanoatlantirishini ko'rish qiyin emas. Mumkin bo'lmagan qiymatlardagi ixtiyoriy nuqta shartlarini yoki hech bo'lmaganda biron bir shartni qanoatlantirmasligi mumkin. Masalan, A nuqtaning koordinatalari (2.3.5)-shartni, B nuqtaniki (2.3.2)-shartni, C nuqtaniki (2.3.3), (2.3.4) shartlarni va hokazo.

Mumkin bo'lgan qiymatlar sohasidagi ixtiyoriy nuqtaning koordinatalari chiziqli dasturlash masalasining mumkin bo'lgan bazis yechimini tashkil qiladi. Agar mumkin bo'lgan qiymatlar sohasi mavjud bo'lsa, mumkin bo'lgan yechimlar cheksiz ko'p bo'ladi. Qaralayotgan masalada 1,2,3,4 nuqtaning koordinatalari mumkin bo'lgan bazis yechimlarga mos keladi. Bu mumkin bo'lgan bazis yechimlaridan birontasi, ya'ni maqsad funksiyaga maksimum yoki minimum qiymat beruvchi optimal yechim hisoblanadi. Bu masalada maqsad funksiya (3) balandlikda optimal qiymatga erishadi. Buni 2.3.2-rasmdagi balandliklarning har birining

koordinatalarini aniqlab va maqsad funksiyaning qiymatlarini hisoblab yaqqol ko'rish mumkin.



2.3.2-rasm.

**Mumkin bo'lgan yechimlar qiymati.**

2.2.1. -jadval

Balandliklar tartib raqami		1-chi	2-chi	3-chi	4-chi
Balandliklar	$X_1$	0	0	34	54
Koordinatalari	$X_2$	0	200	166	80
Maqsad funksiya qiymatlari		0	400000	536000	484000

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, maqsad funksiyaning 3- nuqtadagi qiymati maksimaldir.

Ayrim hollarda ikkita mumkin bo'lgan yechimi ham optimal bo'ladi. Bu hol maqsad funksiyaning koeffitsiyentlari shu balandlikni birlashtiruvchi chiziqlarning koeffitsiyentlariga proporsional bo'lsa, masalan agar masalada maqsad funksiyaning koeffitsiyentlari

$$z = 4000x_1 + 1000x_2 \quad \text{bo'lsa,}$$

$200x_1 + 50x_2 = 15000$  tenglamaning koeffitsiyentlariga proporsional bo'ladi, u holda maqsad funksiyaning qiymatlari 3-va 4-nuqtalarda bir xil bo'ladi.

Mumkin bo'lgan bazis yechimlari qiymatlari

**Bir necha yechimlar mavjud bo'lgandagi mumkin bo'lgan ba'zi yechimlar qiymati.**

2.2.2-jadval

Balandliklar tartib raqami		1-chi	2-chi	3-chi	4-chi
Balandliklar	$X_1$	0	0	33,3333	54,5454
Koordinatalari	$X_2$	0	200	166,666	181,8181
Maqsad funksiya qiymatlari		0	200000	300000	300000

Agar maqsad funksiyaning qiymatlari ikkita yonma-yon balandliklarda bir xil bo'lsa, u holda bu balandliklarni birlashtiruvchi kesmada ham bir xil bo'ladi. Bu kesma 3-4 dir. Bu kesmaning ixtiyoriy nuqtasining koordinatasi maqsad funksiyaga 300000 qiymatni beradi. Bu kesma cheksiz ko'p nuqtalardan iborat ekan, demak, optimal qiymatlar ham cheksiz ko'pdir. Ikki o'zgaruvchili chiziqli dasturlash masalasining geometrik interpritatsiyasi, masalani grafik yechimini ifodalashga yordam beradi.

Geometrik interpritatsiyada quyidagi hollarga e'tibor berish kerak:

1. Har bir shartdan to'g'ri chiziq yasab va ulardan mumkin bo'lgan qiymatlar yasab, ulardan mumkin bo'lgan qiymatlar sohasini 2.3.2-rasmdagidek chizish kerak. Buning uchun tengsizlikni tenglik ko'rinishida yozib olish kerak:

$$x_1 + x_2 = 200 \quad (2.3.6)$$

$$200 x_1 + 50 x_2 = 15000 \quad (2.3.7)$$

$$300 x_1 - 200 x_2 = 0 \quad (2.3.8)$$

To'g'ri chiziqni ifodalovchi har bir tenglamaning shu to'g'ri chiziq o'tuvchi ikkita nuqtasining koordinatasini aniqlaymiz. Buning uchun bitta koordinataga ixtiyoriy qiymat berib, ikkinchi koordinataning qiymatini topish kerak.

Misol uchun (2.3.2) tenglamadagi 1-nuqta  $x_1 = 0, x_2 = 200$ ; 2-nuqta  $x_1 = 0, x_2 = 200$ ; Xuddi shuningdek, (2.3.3) dan 1-nuqta  $x_1 = 0, x_2 = 15000 : 50 = 300$ ; 2-nuqta  $x_1 = 0, x_2 = 15000 : 200 = 75$ .

Agar to'g'ri chiziq koordinata boshidan o'tadigan bo'lsa, bitta nuqtaning koordinatasi ( $x_1 = 0, x_2 = 0$ ) bo'ladi, ikkinchi nuqtaning koordinatasini topish uchun esa nolga teng bo'lmagan ixtiyoriy qiymatni  $x_1$  ga berib  $x_2$  ni hisoblash mumkin. Misol uchun (2.3) tenglama uchun 1-nuqta  $x_1 = 0; x_2 = 0$ , 2-nuqta  $x_1 = 100, x_2 = 300$ .  $100 : 200 = 150$ .

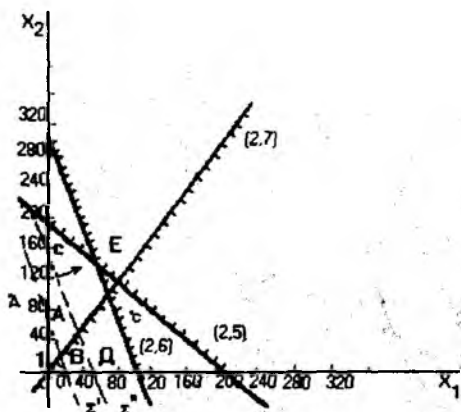
2. Maqsad funksiyaga ixtiyoriy ikkita qiymat berish kerak. Misol uchun qaralayotgan masalada

$$z' = 6000x_1 + 2000x_2 = 120000$$

$$z'' = 6000x_1 + 2000x_2 = 300000 \quad (2.39)$$

Bu tenglamalar ikkita parallel to'g'ri chiziqlarning tenglamasidir.

$z'$  uchun 1-nuqta  $x_1 = 0, x_2 = 120000 : 2000 = 60$ , ikkinchi nuqta  $x_2 = 0; x_1 = 120000 : 6000 = 20$ .  $z''$  uchun 1-nuqta  $x_1 = 0, x_2 = 300000 : 2000 = 150$ , ikkinchi nuqta  $x_2 = 0, x_1 = 300000 : 6000 = 50$ . Ko'rsatilgan nuqtalardan to'g'ri chiziq o'tkazamiz.



2.3.3-rasm.

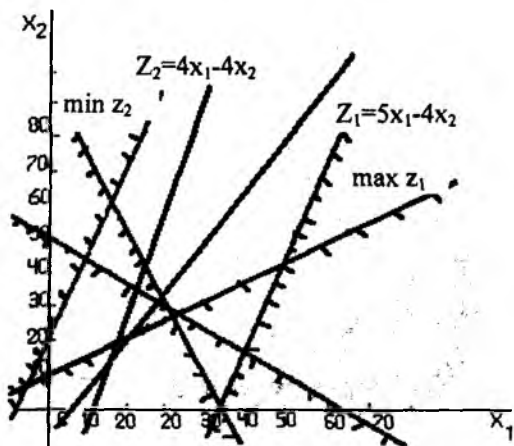
Bu to'g'ri chiziqning oldinga (maqsad funksiya maksimumga) intilgandagi va orqaga (maqsad funksiya minimumga) intilgandagi yo'nalishlarini aniqlaymiz. 2.3.3-rasmda maqsad funksiya maksimumga intilganda bu yo'nalish strelka orqali ko'rsatilgan.

• Mumkin bo'lgan qiymatlar sohasidagi nuqtaning koordinatalari (2.3.2-2.3.5) shartlarni qanoatlantiradi. Maqsad funksiya chizig'ini o'ziga parallel ravishda ilgari siljitsak mumkin bo'lgan qiymatlar sohasidan chiqqan nuqtada maqsad funksiya optimal qiymatni qabul qiladi.

Agar maqsad funksiyani ifodalovchi to'g'ri chiziq optimal qiymatni qidirish jarayonida mumkin bo'lgan qiymatlar sohasining bironta chegarasiga paralel bo'lsa va u bilan ustma ust tushsa u holda masala cheksiz ko'p optimal yechimga ega bo'ladi.

Yuqoridagi holatlardan tashqari mumkin bo'lgan qiymatlar sohasi ko'pburchak bilan chegaralangan bo'lganda ikki holat yuz berishi mumkin: mumkin bo'lgan qiymatlar sohasi ochiq bo'lgan va mumkin bo'lgan qiymatlar sohasi mavjud bo'lmagan hol.

Agar sohaning hamma tomoni yopiq bo'lmasa bunday sohaga ochiq soha deyiladi. Soha ochiq bo'lganda masala yoki yechimga ega bo'lmaydi, yoki faqat maksimum yoki minimum qiymatga ega bo'ladi. Masalan 2.3.4-rasmda masala  $z_1$  maqsad funksiya bilan faqat maksimum qiymatga ega. (2.3.6) cheklanishsiz masala  $z_1$  maqsad funksiya bilan yechimga ega bo'lmaydi.  $z_2$  maqsad funksiya bilan masala faqat minimal yechimga ega. (2.3.7) cheklanishsiz masala yechimga ega emas.



2.3.4-rasm.

Mumkin bo'lgan qiymatlar sohasi mavjud emas deganda (2.1.1) shartlarni qanoatlantiruvchi  $x_1$ ,  $x_2$  lar mavjud emasligi tushuniladi. Bunday holat (2.1.1) shartlar bir biriga qarama-qarshi bo'lganda ham yuz berishi mumkin.

### Mustaqil ish uchun topshiriqlar

2.3.1-topshiriq. Quyidagi shartlarga mos keluvchi chiziqlarni yasang:

$$x_1 + x_2 \leq 200$$

$$200x_1 + 50x_2 \geq 150000$$

$$300x_1 - 200x_2 \leq 0$$

2.3.2- topshiriq. Masalani grafik usul bilan (2.3.9) maqsad funksiya va (2.3.2-2.3.5) shartlar orqali yechilsin.

2.3.3 topshiriq. Quyidagi resurslardan foydalanib bog'zorlar va tokzorlar maydonini aniqlang: ko'p yillik ekinlar uchun haydaladigan yer -250 ga, mehnat resurslari -15 ming o.kun, pul buyum resurslari - 90 ming sh. b. Bog'zorlar maydonini  $x_1$  , tokzorlar maydonini  $-x_2$  bilan belgilaymiz.

Iga uchun sarf qilinadigan ishlab chiqarish resurslari me'yori cheklanishlarda keltirilgan:

$$x_1 + x_2 \leq 250$$

$$0,05x_1 + 0,1x_2 \geq 15$$

$$0,2x_1 - 0,4x_2 \leq 90$$

Kutilayotgan mahsulot narxi (sh.b)

$$F = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$$

2.3.3-topshiriq. Quyida keltirilgan chiziqli dasturlash masalalari grafik usulda yechilsin:

1.  $Z = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 2 \\ -x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 \leq 6 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2.  $Z = 2x_1 + 5x_2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} -4x_1 + 3x_2 \leq 12 \\ x_1 + 2x_2 \geq 8 \\ 0 \leq x_1 \leq 6 \\ 0 \leq x_2 \leq 5 \end{cases}$$

$$3. Z = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 \leq 0 \\ x_1 + 2x_2 \leq 10 \\ x_1 + x_2 \geq 3 \\ x_1 - 2x_2 \leq 5 \\ 0 \leq x_1 \leq 6 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$4. Z = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 10x_1 + 3x_2 - 30 \leq 0 \\ x_1 - x_2 + 5 \geq 10 \\ x_1 + x_2 - 10 \leq 0 \\ x_1 - 2x_2 \leq 5 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 2 \end{cases}$$

$$5. Z = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 0 \\ -x_1 - 2x_2 + 2 \leq 0 \\ 2x_1 + x_2 - 10 \leq 0 \\ -x_1 + 1 \leq 0 \\ 0 \leq x_2 \leq 6 \end{cases}$$

$$6. Z = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 \geq 8 \\ x_1 - 2x_2 \leq 6 \\ 3x_1 - 2x_2 \geq -6 \\ x_1 + 2x_2 \leq 12 \\ x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$7. Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -2x_1 + 4x_2 \leq 8 \\ -3x_1 - 2x_2 \geq 0 \\ x_1 + 3x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 1 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$8. Z = 4x_1 - 4x_2 \rightarrow \max \quad x_1 -$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 - 3 \geq 0 \\ x_1 - 2x_2 - 2 \geq 0 \\ x_1 - x_2 - 1 \geq 0 \\ x_2 - 4 \geq 0 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$9. Z = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 2 \\ x_1 - 2x_2 \geq 2 \\ -x_1 + x_2 \geq 2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$10. Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 - x_2 \geq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$11. Z = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 4 \\ x_1 + 2x_2 \geq 6 \\ x_1 \geq 1 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$13. Z = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 12 \\ x_1 - x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$15. Z = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 6 \\ -x_1 + 3x_2 \geq 3 \\ 3x_1 + 2x_2 \geq 3 \\ x_1 - x_2 \leq 0 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$17. Z = x_1 + 5x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3X_1 + X_2 - 3 \geq 0 \\ 3X_1 - X_2 \geq 0 \\ -X_1 + X_2 - 3 \geq 0 \\ -X_1 + 4 \geq 0 \\ -X_2 + 5 \geq 0 \\ X_1 \geq 0, X_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$19. Z = x_1 - 3x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 \leq 12 \\ -2x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 - 2x_2 \leq 3 \\ x_1 + x_2 \geq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$12. Z = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 12 \\ x_1 - x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$14. Z = 5x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 1 \\ 3x_1 + x_2 \geq 9 \\ 0 \leq x_1 \leq 6 \\ 0 \leq x_2 \leq 5 \end{cases}$$

$$16. Z = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 \leq 8 \\ x_1 - 6x_2 \leq 3 \\ 2x_1 - x_2 \geq 0 \\ x_1 + 2x_2 \geq 2 \\ 0 \leq x_1 \leq 4, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$18. Z = 2x_1 + 10x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -x_1 + 5x_2 \leq 5 \\ x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 - x_2 \geq 0 \\ 0 \leq x_1 \leq 5 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$20. Z = x_1 - x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 \geq 3 \\ 3x_1 + x_2 \geq 0 \\ x_1 - x_2 \leq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$



$$21. Z = x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 \geq 3 \\ 3x_1 - x_2 \leq 0 \\ x_1 - x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$22. Z = x_1 - 3x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \leq 6 \\ -x_1 + x_2 \leq 4 \\ -2x_1 + x_2 \leq 0 \\ 0 \leq x_1 \leq 6 \\ x_2 \geq 2 \end{cases}$$

Quyida chizikli dasturlash masalasini MS EXCEL dasturida yechish ketma-ketligi keltirilgan.

**Topshiriq:** Xo'jalikda 4 ha yerni o'zlashtirish kerak. Buning uchun xo'jalik 3 sh.b.ajratgan. 1 ga erni sirdan o'zlashtirishga 1 birlik, tubdan o'zlashtirishga 2 birlik pul-buyum vositalari sarf qilinadi. Maqsad funksiyaning koeffisientlari sifatida 1 ga yerni sirdan o'zlashtirishdan olinadigan 2 s va tubdan o'zlashtirishdan 4 s dan olinadigan ko'k ozuqaning miqdori olinadi. Agar  $x_1$  orqali sirdan o'zlashtiriladigan yer maydonini,  $x_2$  orqali tubdan o'zlashtiriladigan yer maydonini belgilasak, har ikkala usul bilan o'zlashtirish natijasida olinadigan maksimum ko'k ozuqaning miqdorini aniqlang.

1. Masalaning matematik modeli tuzilsin.

2. Tuzilgan modelni kanonik shaklga keltirib, simpleks usulida kompyuterda yechilsin.

3. Yechim iqtisodiy tahlil hilinsin.

Variantlar maqsad funksiyaning koeffisientlariga va ozod hadga talabani tartib nomerini qo'shish orqali amalga oshiriladi.

1. Masalaning matematik modelini chizikli dasturlash masalasiga olib kelib tuzamiz.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 + 2x_2 \leq 3 \end{cases} \quad (1)$$

Maqsad funksiyani quyidagicha yozamiz:

$$Z = 2X_1 + 4X_2 \rightarrow \text{MAX.} \quad (2)$$

Ishlab chiharish hajmi manfiy bo'lmasligi kerak:

$$X_1, X_2 > 0 \quad (3)$$

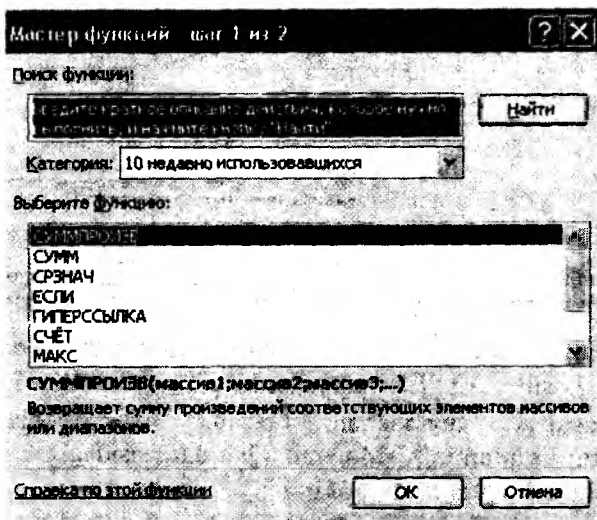
2. Tuzilgan modelni MS EXCEL dasturida quyidagicha yechiladi:

EJda masala tengsizliklardagi koeffitsientlar va ozod hadlarni ikkinchi va uchinchi satrlarga,  $Z$  funksiya koeffitsientlarini to'rtinchi satrga,  $x_1$  va  $x_2$  o'zgaruvchilarning boshlang'ich hiymatlarini 0 ga tenglab beshinchi qatorga yozamiz. Natijada jadval quyidagi ko'rinishga keladi:

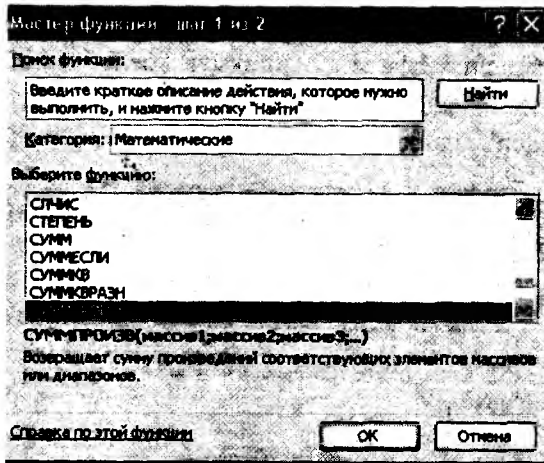
The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F
1	$x_1$	$x_2$				
2		1	1	$\leq$		4
3		1	2	$\leq$		3
4		2	4	max		
5						
6						
7						
8						

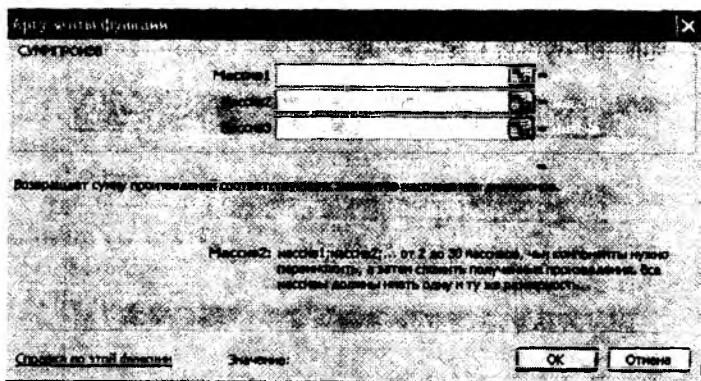
Kursorni  $C_2$  yacheykaga o'rnatib  $f_x$  tugmasini bosamiz. Natijada quyidagi muloqot oynasi hosil bo'ladi:



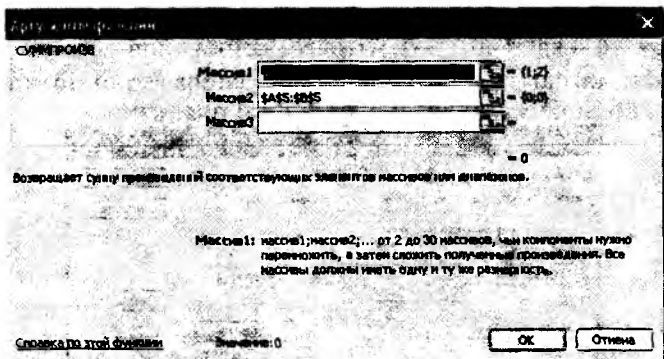
Hosil bo'lgan muloqot oynasida «Категория» bo'limida «Математическое» punktini tanlaymiz, so'ng «Выберите функцию» bo'limida «Сумпроизв» funksiyasini tanlaymiz.



So'ngra «OK» tugmasini bosamiz. Natijada quyidagi muloqot oynasi hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan navbatdagi muloqot oynasida «Массив 1» darchasidagi tugmachani bosib, A2 : B2 diapazonidagi ma'lumotlarni, «Массив 2» darchasidagi tugmachani bosib, A5 : B5 diapazonidagi ma'lumotlarni kiritamiz, «Массив 2» darchasidagi diapazonni fiksirlash uchun F4 tugmasini bosamiz:

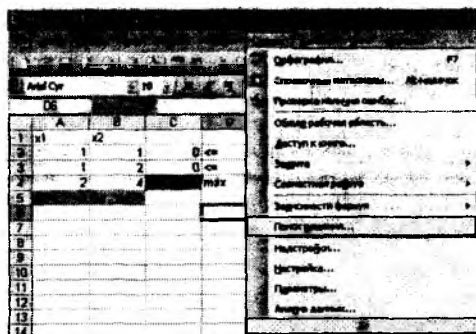


So'ngra «OK» tugmasini bosamiz va C2 katakda hosil bo'lgan ma'lumotni C3:C4 diapazoniga nusxa qilamiz. Natijada jadval quyidagi ko'rinishga keladi:

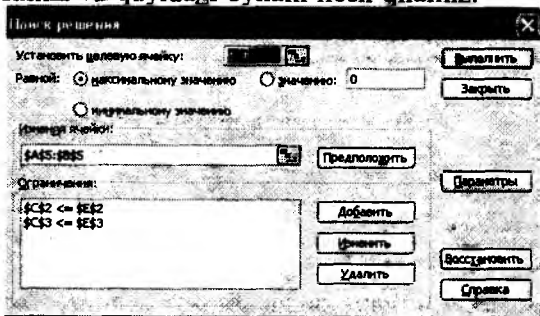
Kursorni maqsad funktsiyasi ko'effitsientlari joylashgan C4 katakka o'rnatib, «Сервис-Поиск решения» buyrug'ini beramiz.

	A	B	C	D	E	F
1	x1	x2				
2	1	1	0 >=		4	
3	1	1	0 <=		3	
4	2	4	0 max			
5						
6						

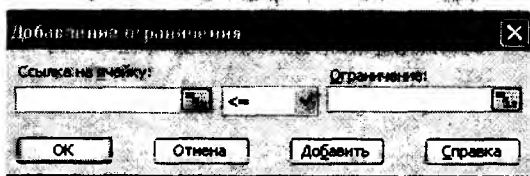
Natijada quyidagi «Поиск решения» muloqot oynasi hosil bo'ladi.



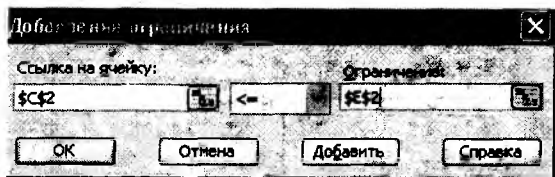
Hosil bo'lgan muloqot oynasida «Установить целовую ячейку» darchasiga C4 katagini, «Изменяя ячейки» darchasiga A5:B5 diapazonini kiritamiz. «Ограничения» darchasiga o'tib «Добавит» tugmasini bosamiz va quyidagi oynani hosil qilamiz:

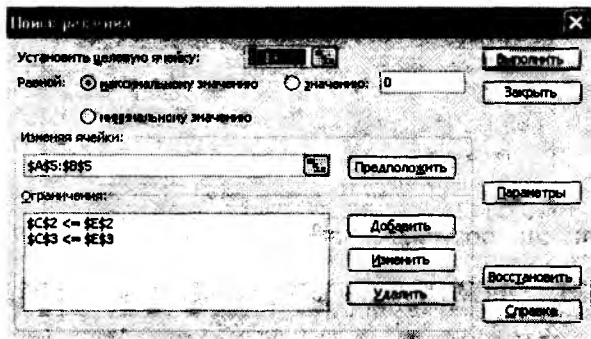


Hosil bo'lgan muloqot oynasida «Ссылка на ячейку» darchasiga C2 ni kiritamiz, tengsizlikni aniqlaymiz, «Ограничения» darchasiga E2 ni kiritib, «Добавит» tugmasini bosamiz.

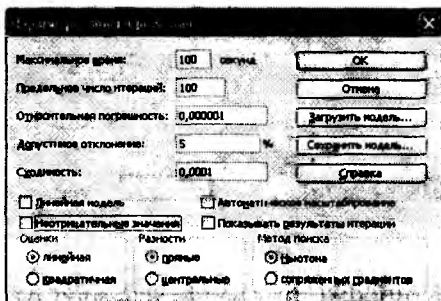


C5:E5 diapazondagi munosabatni ham shu tariha kiritib, «OK» tugmasini bosamiz. Natijada «Поиск решения» muloqot oynasiga haytamiz:

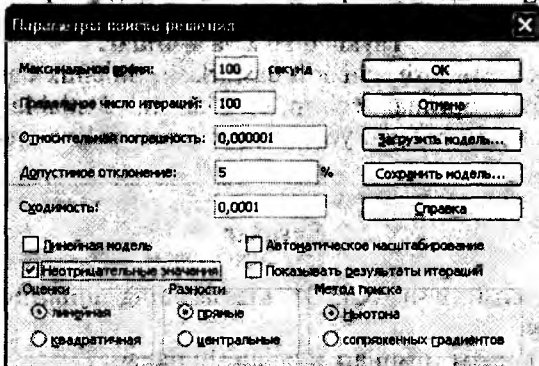




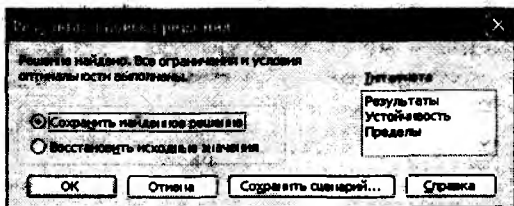
«Параметры» tugmasini bosamiz. Natijada quyidagi muloqot oynasi hosil bo'ladi:



Oynadagi «Неотрицательное значение» parametrini belgilaymiz.



«OK» tugmasini bosib, «Поиск решения» muloqot oynasiga qaytamiz va «Выполнить» tugmasini bosamiz. Natijada quyidagi oynaga o'tamiz:



«OK» tugmasini bosamiz. Natijada yechim quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

	A	B	C	D	E	F
1	x1	x2				
2	1	1	1.8	<=	4	
3	1	2	3	<=	3	
4	2	4		max		
5						
6						
7						
8						

Rasmdan ko‘rinib turibdiki, barcha cheklanishlar bajariladi va yechim quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$x_1 = 0.6, x_2 = 1.2, z_{\max} = 6.4$$

### Tayanch so‘z va iboralar.

Matematik dasturlash, chiziqli dasturlash, dinamik dasturlash, maqsad funksiya, optimal yechim, cheklanish, dastlabki yechim, grafik usul, mumkin bo‘lgan yechim, yechimlar sohasi, yechimlar ko‘pburchagi.

### Savollar

1. Chiziqli dasturlash (CHD) masalasining umumiy ko‘rinishini ifodalab bering.
2. CHD masalasi qismlari nomlanishi qanaqa?
3. CHD masalasining yechimi deganda nimani tushunasiz?
4. Yechim turlari va ularning ta’riflarini ayting.
5. CHD masalasi qanday tasniflanadi?
6. Chiziqli va chiziqli bo‘lmagan CHP masalasi qanday farqlanadi?
7. CHD masalasini qaysi holda grafik usul bilan yechish mumkin?
8. CHD masalasini grafik usulda yechish qoidasi qanaqa?

9. Ochiq va yopiq sohalarda yechim turlari qanaqa bo'ladi?

10. Qaysi holda CHD masalasi yechimga ega bo'lmaydi yoki cheksiz ko'p yechimga ega bo'ladi?

11. Mumkin bo'lgan qiymatlar sohasi qachon mavjud bo'lmaydi?



### III BOB. CHIZIQLI DASTURLASH MASALASINI YECHISHDA SIMPLEKS USUL

#### 3.1. Simpleks usuli haqida

Simpleks usuli har qanday chiziqli dasturlash masalasining optimal yechimini topishga xizmat qiluvchi eng universal usullardan biridir.

Qishloq va suv xo'jaligi iqtisodi va uni rejalashtirish, yer tuzishning ko'p masalalarining optimal yechimini topishda bu usuldan foydalanish mumkin. Ulardan eng asosiylari – qishloq va suv xo'jaligi korxonalarining optimal ixtisoslashuvini, chorva mollarini oziqlantirish uchun optimal ratsion hisoblash, ishlab chiqarishni joylashtirishning optimal rejasini tuzish va boshqalar.

#### Simpleks usuli algoritmi

Bu usulning algoritmini quyidagi misolni yechish orqali o'rganamiz.

3 turdagi qishloq xo'jalik mahsulotini yetishtirish uchun 4 turdagi ( $P_1, P_2, P_3, P_4$ ) resurs talab qilinsin. Bu yerda,  $P_1$  – ekin maydoni,  $P_2$  – meqnat xarajatlari,  $P_3$  – solinadigan o'g'itlarning miqdori va  $P_4$  – beriladigan suv. Shartlarni aniq ifodalashda foydalaniladigan dastlabki axborotlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Resurs turlari	Resurs zaxirasi	Mahsulot birligini ishlab chiqarish uchun sarf qilingan resurs birligi		
		$I_1$	$I_2$	$I_3$
Ekin maydoni	30	2	4	3,2
Mehnat xarajatlari	50	5	2,6	7
O'g'it	40	3,5	5	2,4
Beriladigan suv	20	2	1,3	1,5
Mahsulot birligini sotishdan kelgan foyda, m. sh. b.		30	20	40

Har bir ishlab chiqariladigan mahsulotning shunday rejasini tuzish kerakki, natijada eng ko'p foyda olinsin.

Masalaning matematik modelini chiziqli dastur-lashtirish masalasiga olib kelib tuzamiz.

$x_1, x_2, x_3, x_4$  lar orqali  $I_1, I_2, I_3, I_4$  tur ishlab chiqarishlardagi maksimal foyda beruvchi izlanayotgan mahsulot miqdorini belgilaymiz.

Har bir mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarf qilingan resurslar mavjud resurslarning zahirasidan oshib ketmasligi kerak, yani

$$2x_1 + 4x_2 + 3,2x_3 \leq 30$$

$$5x_1 + 2,6x_2 + 7x_3 \leq 50$$

$$3,5x_1 + 5x_2 + 2,4x_3 \leq 40$$

$$2x_1 + 1,3x_2 + 1,5x_3 \leq 20$$

Bulardan kelib chiqib, maqsad funksiyani quyidagicha yozamiz.

$$Z = 30x_1 + 20x_2 + 40x_3 \rightarrow \max$$

Ishlab chiqarish hajmi manfiy bo'lmazligi kerak.

$$x_1, x_2, x_3 > 0$$

Bu masalani simpleks jadval usulida yechamiz.

Yuqoridagi tengsizliklar sistemasini kanonik shaklga keltiramiz.

Buning uchun har bir tengsizlikka manfiy bo'lmagan yangi nomalum miqdorlar ( $x_4, x_5, x_6, x_7$ ) ni kiritamiz. Bular ishlatilmasdan yotgan resurslar miqdori.

$$2x_1 + 4x_2 + 3,2x_3 + x_4 = 30$$

$$5x_1 + 2,6x_2 + 7x_3 + x_5 = 50$$

$$3,5x_1 + 5x_2 + 2,4x_3 + x_6 = 40$$

$$2x_1 + 1,3x_2 + 1,5x_3 + x_7 = 20$$

Qo'shimcha o'zgaruvchilarni maqsad funksiyaga ham qo'shishimiz kerak. Bu o'zgaruvchilar maqsad funksiyaga nol koeffitsiyent bilan qo'shiladi.

$$Z = 30x_1 + 20x_2 + 40x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_7 \rightarrow \max$$

Kanonik ko'rinishdagi masalaning elementlaridan foydalanib, quyidagi tartibda 1-dastlabki jadvalni tuzamiz.

$i$  - cheklanishi tartibi;  $X_{\delta_i}$  - bazis o'zgaruvchilar (bular simpleks jadvalda qo'shimcha o'zgaruvchilar);  $\tilde{N}_i$  - maqsad funksiyadagi bazis o'zgaruvchilar oldidagi koeffitsiyentlar;  $a_{i0}$  - ozod hadlar;  $a_{ij}$  - tenglamadagi koeffitsiyentlar;  $\tilde{N}_j$  - maqsad funksiya

koeffitsiyentlari, jumladan  $\bar{N}_j$  - maqsad funksiyaning ozod hadi bo'lib, ko'pchilik masalalarda bu nolga teng bo'ladi .

1-simpleks jadval

	Bazis o'zgaruvchilar	$C_j$	0	30	20	40	0	0	0	0
I	$x_{hi}$	$C_i$	$a_{i0}$	$a_{i1}$	$a_{i2}$	$a_{i3}$	$a_{i4}$	$a_{i5}$	$a_{i6}$	$a_{i7}$
1	$x_4$	0	30	2	4	3.2	1	0	0	0
2	$x_5$	0	50	5	2.6	7	0	1	0	0
3	$x_6$	0	40	3.5	5	2.4	0	0	1	0
4	$x_7$	0	20	2	1.3	1.5	0	0	0	1
Indeks qator			0	-30	-20	-40	0	0	0	0

Indeks qator navbatdagi oxirgi qadamda sodir bo'ladigan vaziyatni tushuntirishga xizmat qiladi. Bu qatorning kataklari quyidagi formula buyicha hisoblanadi:

$$Z_j = \sum_i c_i a_{ij} - c_j$$

bu yerda,  $m$  - shartlar soni.

Masalani simpleks usulida bosqichma-bosqich yechiladi. Avvalo, har bir bosqichning boshida shartlar soniga teng bo'lgan o'zgaruvchilardan iborat bazis tanlanadi. Har bir shart koeffitsiyenti birga teng bo'lgan bitta o'zgaruvchidan iborat bo'lishi kerak. Boshqa shartlarda bu o'zgaruvchi qatnashmaydi yoki nol koeffitsiyent bilan qatnashadi degan so'z qaralayotgan masalada bazis sifatida qo'shimcha o'zgaruvchi ( $x_4, x_5, x_6, x_7$ ) lar olinadi.

Keyingi jadvalga o'tish mumkinmi yoki yo'qligini simpleks jadvalning indeks qatori ko'rsatadi bitta manfiy element qatnashsa ham (masala maksimumga yechilayotgan bo'lsa) yoki bitta musbat element qatnashsa ham (masala minimumga yechilayotgan bo'lsa) keyingi jadvalga o'tish mumkin:

1.Indeks qatorda absolyut qiymati bo'yicha eng katta bo'lgan manfiy element (masala maksimumga yechilayotgan bo'lsa) yoki absolyut qiymati eng katta musbat elementni (masala minimumga yechilayotgan bo'lsa) topish kerak. Tanlangan element turgan ustun asosiy ustun hisoblanadi. Bu masalada asosiy ustun uchinchi ustun hisoblanadi (absolyut qiymati bo'yicha eng katta manfiy element 40).

2. Nolinchi ustunning elementlarini asosiy ustunning mos musbat elementlariga bo'lib chiqamiz

$$\frac{a_{i0}}{a_{im}} \quad (5)$$

Eng kichik bo'linma turgan qator asosiy qator hisoblanadi. Bizning misolimizda birinchi bosqichda ikkinchi qator asosiy qator hisoblanadi, chunki barcha qiymatlarning ichida eng kichigi

$$\frac{a_{10}}{a_{13}} = \frac{30}{3,2} = 9,365, \quad \frac{a_{20}}{a_{23}} = \frac{50}{7} = 7,143$$

$$\frac{a_{30}}{a_{33}} = \frac{40}{2,4} = 16,667, \quad \frac{a_{40}}{a_{43}} = \frac{20}{1,5} = 13,333$$

$$\frac{a_{50}}{a_{53}} = 7,143 \text{ ga teng ekan. Asosiy ustun va asosiy satrda turgan}$$

element asosiy element deb atiladi.

3. Bazis o'zgaruvchilarning ayrimlarini almashtirish kerak. Buning uchun asosiy qatorida turgan elementning o'rniga (bu yerda -  $x_5$ ) nomeri asosiy ustun nomeriga teng bo'lgan ( $x_3$  - o'zgaruvchi) o'zgaruvchini kiritish kerak.

4. Asosiy qator ( $a_{ac.j}$ ) da turgan elementlarning yangi qiymatlarini hisoblash kerak.

$$a'_{ac.j} = \frac{a_{ac.j}}{a_{ac}}; \quad (6)$$

bu yerda  $a_{ac.j}$  - asosiy qatorning avvalgi qiymatlari,  $a_{ac}$  - asosiy element qiymatlari.

Natijada asosiy element 1 ga teng bo'lgan qiymatni qabul qiladi.

5.  $a'_{ij}$  - ning boshqa qatorlardagi va indeks qatoridagi qiymatlarini quyidagi formula orqali hisoblaymiz:

$$a'_{ij} = a_{ij} - a_{iaa} \cdot a'_{acj} \quad (7)$$

(barcha  $i \neq ac$ .lar uchun)

bu yerda,  $a_{jac}$  -asosiy ustunda turg'un yangi hosil bo'layotgan

qator elementlari,  $a_{iaa}$  -hosil bo'layotgan elementlar turgan ustundagi hosil bo'lgan yangi qatorning elementlari. Natijada asosiy ustunning asosiy elementidan tashqari hamma elementlar nol qiymatlarni qabul qiladi.

Yangi hosil bo'lgan jadvalning ko'rinishi quyidagicha (2- simpleks jadval ) bo'ladi.

Yangi jadvalning indeks qatoriga qaraymiz. Agar optimal variantni topishni davom ettirish kerak bo'lsa, yana asosiy elementni aniqlaymiz.

2 – simpleks jadval

	Bazis o'zgaruvchilari	$C_j$	0	30	20	40	0	0	0	0
I	$x_{hi}$	$C_i$	$a_{i0}$	$a_{i1}$	$a_{i2}$	$a_{i3}$	$a_{i4}$	$a_{i5}$	$a_{i6}$	$a_{i7}$
1	$x_4$	0	7,142	-0,28	2,81	0	1	0,5	0	0
2	$x_3$	40	7,143	0,71	0,74	1	0	0,1	0	0
3	$x_6$	0	22,86	1,78	4,1	0	0	0,3	1	0
4	$x_7$	0	9,28	0,92	0,74	0	0	0,2	0	1
Indeks qator			285,7	-1,42	-5,1	-40	0	0	0	0

Bazis o'zgaruvchilardan birini almashtirish orqali simpleks jadvalni qosil qilamiz. Yuqoridagi jadvalda ikkinchi ustun asosiy qisoblanadi (absolyut qiymat bo'yicha eng katta element  $-5,1$  qisoblanadi), asosiy qator esa eng kichik bo'linma turgan qator birinchi qator qisoblanadi, ya'ni

$$\frac{a_{i0}}{a_{i2}} \text{ larning ichida eng kichigi } \frac{a_{i0}}{a_{i2}} = \frac{7,142}{2,81} \text{ dir.}$$

2-jadvaldan 3-jadvalni qosil qilamiz.

3 – simpleks jadval

	Bazis o'zgaruvchilari	$C_j$	0	30	20	40	0	0	0	0
I	$x_{hi}$	$C_i$	$a_{i0}$	$a_{i1}$	$a_{i2}$	$a_{i3}$	$a_{i4}$	$a_{i5}$	$a_{i6}$	$a_{i7}$
1	$x_2$	20	2,54	-0,10	1	0	0,35	0,2	0	0
2	$x_3$	40	6,20	0,75	0	1	-0,1	0,2	0	0
3	$x_6$	0	12,4	2,22	0	0	-1,4	0,3	1	0
4	$x_7$	0	7,39	1,00	0	0	0,3	0,1	0	1
Indeks qator			298,8	-1,95	0	0	1,83	4,86	0	0

Optimal yechim topilguncha simpleks jadvalni tuzish davom ettirilaveriladi.

Qaralayotgan masalaning to'rtinchi bosqichida optimal yechim hosil bo'ladi. Bu jadvalning indeks qatorida manfiy elementlar qatnashmaydi. Simpleks jadval orqali hosil bo'lgan yechimni tahlil qilamiz. Maqsad funksiyaning qiymati indeks qatoridagi  $a_{i0}$  ustunda turadi.  $x_{hi}$  ustunda oxirgi bazisga kiruvchi o'zgaruvchilar turadi.  $a_{i0}$  ustunda bu o'zgaruvchilarning qiymati (optimal yechim) turadi..

4 – simpleks jadval

	Bazis o'zgaruvchilari	$C_j$	0	30	20	40	0	0	0	0
I	$x_{hi}$	$C_i$	$a_{i0}$	$a_{i1}$	$a_{i2}$	$a_{i3}$	$a_{i4}$	$a_{i5}$	$a_{i6}$	$a_{i7}$
1	$x_2$	20	3,113	0	1	0	0,29	0,1	0,04	0
2	$x_3$	40	1,960	0	0	1	0,36	0,09	-0,3	0
3	$x_1$	0	5,637	1	0	0	0,66	0,14	0,45	0
4	$x_7$	0	1,739	0	0	0	0,39	-0,2	-0,4	1
Indeks qator			309,8	0	0	0	0,54	5,14	0,88	0

Endi yechimni iqtisodiy tahlil qilamiz. Yuqoridagi masalada  $x_1 = 5,637$ ;  $x_2 = 3,113$ ;  $x_3 = 1,960$ ;  $x_7 = 1,739$  bo'lganda maqsad funksiyaning qiymati 309,8 optimal yechim hisoblanadi. Qo'shimcha o'zgaruvchilarning nolga tengligi bu resurslarning foydalangan-ligini bildiradi. Nolga teng bo'lmaganlari, misol uchun  $x_7 = 1,739$  4-resursning to'liq ishlatilmayotganligini bildiradi.

### 3.1.1-topshiriq

Uch turdagi kuzgi javdar, kuzgi bug'doy va kartoshka ekinlarini birgalikda ekishning optimal variantini toping. Buning uchun 100 ga haydaladigan yer ajratilib, to'liq ishlatilishi kerak. Shu bilan birga mehnat resurslari 30 ming odam soatni tashkil qiladi. Ekinlarni yetishtirish quyidagi 3.1.1 jadvalning ko'rsatkichlar orqali karakterlanadi.

Reja buyicha 32 ming s don va 40 ming s kartoshka yetish-tirish kerak.

Optimallik kriteriyasi —mahsulotni yetishtirishda minimal pul buyum xarajatlariga erishish. Masalaning iqtisodiy-matematik modeli tuzilsin va uning simpleks usuli orqali yechilsin.

Ko'rsatkichlar	Kuzgi javdari	Kuzgi bug'doy	Kartoshka
Hosildorlik 1s/ha	32	40	250
Mehnat xarajatlari 1s/ha, odam-soat	16	20	80
Pul -buyum xarajatlari lga, sh.b	214	226	782

**2-topshiriq.** Quyidagi misollarni simpleks orqali yeching:

$$1. Z = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$2. Z = 2x_1 + 5x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 2 \\ -x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 \leq 12 \\ x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$3. Z = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$4. Z = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 10 \\ x_1 + 2x_2 \leq 5 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 10x_1 + 3x_2 \leq 30 \\ x_1 + x_2 \leq 10 \\ x_1 - 2x_2 \leq 5 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

### 3.2. Optimal almashlab ekishni tashkil etish

**Masalaning qo'yilishi.** Yer tuzishning asosiy masalalaridan biri xo'jalikda qishloq xo'jalik yerlarini va almashlab ekishni tashkil qilishdir. Bu masalaning matematik modeli bizga xo'jalikda almashlab ekishni optimal rejalashtirishni dalada eksperiment qilib o'tirmasdan, bir tomondan resurslarni, boshqa tomondan vaqtni tejashga yordam beradi. Masalani oddiy ravishda bayon qilish uchun biz xo'jalikda almashlab ekishni optimal iqtisodiy matematik modeli natijasida berilgan tavsiya asosida tashkil qilingan almashlab ekishni qarab chiqamiz. Shunday qilib, xo'jalik quyidagi qishloq xo'jalik mahsulotlarini kuzgi va bahorgi bug'doy, kuzgi arpa, bahorgi suli, don va silos uchun makkajuxori, kungaboqar, qand lavlagi, bir yillik o'simliklar yetishtiradi.

Xo'jalikda yettita almashlab ekish dalasi tashkil qilingan bo'lib, almashlab ekish dalasidagi ekinlarning ulushi 3.2.1-jadvalda keltirilgan. 3.2.2-jadvalda har bir almashlab ekish dalasining 1 gektaridan olinadigan qishloq xo'jalik mahsulotlari va sarf qilinadigan resurslar normasi keltirilgan. Almashlab ekishni rejalashtirish natijasida xo'jalik eng ko'p mahsulot yetishtirdi.

Obyekt va matematik modelning belgilari orasida munosabatlar o'rnatish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

3.2.1-jadval

Ekinlar	Almashlab ekish dalalari							
	k j	I	II	III	IV	V	VI	VII
Kuzgi bug'doy	1	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{2}{8}$
Kuzgi arpa	2	0	0	0	0	0	$\frac{1}{16}$	0
Bahorgi bug'doy	3	$\frac{1}{16}$	0	0	$\frac{3}{140}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$
Bahogi arpa	4	0	$\frac{1}{16}$		0	0	0	0
Bahorgi suli	5	0	0	0	0	0	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
Makkajo'xori, don uchun	6	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	0	0	0	0
Kungaboqar	7	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{16}$	0	$\frac{1}{28}$	0	$\frac{1}{16}$	0
Qand lavlagi	8	0	0	0	0	$\frac{2}{9}$	0	$\frac{1}{9}$
Bir yillik o'tlar	9	0	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{28}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{8}$	0
Ko'p yillik o'tlar	10	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{14}$	0	0	$\frac{5}{16}$
Makkajo'xori silos uchun	11	0	0	0	0	0	$\frac{1}{8}$	0
Dam berilgan yer	12	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$



$a_{ij}$  -1ga yer uchun  $i$ -turdagi resursning  $j$ -turdagi ekin uchun sarf qilingan normasi. Obyekt va matematik modelning belgilari orasida munosabatlar o'rnatish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:  $Q_t$  -  $t$  - ekinlar guruhidagi mahsulot ishlab chiqarishdagi zarur bo'lgan minimal o'lcham.

$v_{jk}$  -  $k$ -almashlab ekishdagi  $j$ -ekinining ulushi, bu yerda:

$$\sum_j v_{jk} = 1 \quad 0 \leq v_{jk} \leq 1 \quad (3.2.1\text{-jadval})$$

$k$ -almashlab ekishlar soni ( $k=1,2,\dots,7$ );

$j$  - ekinlar turi ( $j=1,2,\dots,12$ ),  $j_t$ -ekinlar guruhi to'plami

$i$  - resurslar turi ( $i=1,2,3$ ),  $t$ -ekinlar guruhi indeksi

$x_k$  -  $k$ -almashlab ekish uchun ajratilgan ekin maydoni;

$C_{jk}$  -  $k$ -almashlab ekishdagi 1 ha  $j$ - tur ekinni ekish samaradorligi;

$B_i$  - $i$ -turdagi resurslarning hajmi;

$B_{jk}$  - $k$ -almashlab ekishdagi  $i$ -ekinining hosildorligi.

U holda cheklanish tengsizliklari quyidagicha bo'ladi. Almashlab ekish dalalari uchun ajratilgan ekin maydoni bo'yicha:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{17}x_7 \leq B_1 \quad (3.2.1)$$

Texnikadan foydalanganlik uchun sarf qilingan harajatlar bo'yicha:

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{27}x_7 \leq B_2 \quad (3.2.2)$$

Ishchi kuchlaridan foydalanishda sarf qilingan harajatlar bo'yicha:

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{37}x_7 \leq B_3 \quad (3.2.3)$$

Yetishtiriladigan mahsulotning maksimum miqdori :

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_7x_7 \rightarrow \max \quad (3.2.4)$$

bo'ladi. Shunday qilib almashlab ekishni tashkil qilish masalasining ko'rinishi umumiy holda quyidagicha bo'ladi.

Shunday  $x = (x_1, x_2, \dots, x_7)$  larni topish kerakki, natijada maqsad funksiya

$$Z = \sum_K \sum_j c_{jk} \gamma_{jk} x_k, \quad (3.2.5)$$

maksimal bo'lsin va quyidagi tengsizliklarni qanoatlantirsin.

$$\sum_K \sum_j f_{jk} \gamma_{jk} x_k \leq B_i (i = 1, \dots, I),$$
$$\sum_K \sum_{j \in J_t} b_{jk} \gamma_{jk} x_k \begin{pmatrix} \geq \\ = \end{pmatrix} Q_t (t = 1, \dots, T), \quad (3.2.6)$$
$$x_k \geq 0,$$

Ko'rsatkichlar	k j	Almashlab ekish dalalari							Resurs hajmi
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
1ha almashlab ekish dalasiga sarf qilingan: Haydal. yer Texnika xarajatlari (trak.smena) Mehnat xarajatlari (odam-soat) 1ha almashlab ekish dalasida yetishtirilgan maxs. narxi (sh.b)	1 2 3	1 1,42 16,38	1 1,36 15,1	1 1,52 17,39	1 1,26 13,7	1 2,21 29,3	1 1,69 16,1	1 1,75 22,5	2270 4120 45300
		87,7	90,5	89,6	84,4	155	73,5	115,8	-

(3.2.5), (3.2.6) masala almashlab ekishni optimal tashkil qilish masalasi- obyektning matematik modelidan iboratdir.

Matematika nuqtai nazaridan bu masala chiziqli dasturlash masalasiga kiradi. Bu masalani yechishning eng ko'p tarqalgan usullaridan biri, simpleks usuli hisoblanadi. (3.2.5), (3.2.6) modelga 3.2.2-jadval ma'lumotlarini qo'yib, masalaning sonli ko'rinishini hosil qilamiz.

Shunday  $x = (x_1, x_2, \dots, x_7)$  nomalumlarni topish kerakki, natijada

$$Z = 877x_1 + 905x_2 + 896x_3 + 844x_4 + 155x_5 + 785x_6 + 1158x_7 \rightarrow \max \quad (3.2.7).$$

bo'lsin va quyidagi cheklanish sistemalarini qanoatlantirsin:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \leq 2270$$

$$1,42x_1 + 1,36x_2 + 1,52x_3 + 1,26x_4 + 2,21x_5 + 1,69x_6 + 1,75x_7 \leq 4120$$

$$1638x_1 + 1514x_2 + 1739x_3 + 1370x_4 + 2927x_5 + 161x_6 + 1225x_7 \leq 4530$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \geq 0$$

Obyektning model bilan yaqinlik darajasi Fisher kriteriyasi orqali tekshiriladi. Modelda obyektning elementlari va matematik miqdorlar orasidagi munosabatlar o'rnatishning ma'lum qonuniyatlari ishlatilgan bo'lgani uchun modelning mos kelishini tekshirishga zaruriyat qolmaydi.

Agar modelga qo'shimcha omillar kiritilsa, modelda obyekt to'liqroq tasvirlangan bo'ladi.

#### Masala yechimining tahlili

Yuqorida keltirilgan obyektning modeli uchun berilgan sonli misol simpleks usulida yechilgan iteratsiyalar soni 3 ta. Iteratsiyaning 3-chi qadamida optimal reja hosil qilingan. Bu reja bo'yicha quydagilar hosil qilingan:

1. Almashlab ekish dalasi uchun optimal ekin maydoni.

$$x_4 = 1357 \text{ ha} \quad 4\text{-almashlab ekish dalasi maydoni};$$

$$x_5 = 913 \text{ ha} \quad 5\text{-almashlab ekish dalasi maydoni}.$$

2. Ishchi kuchlari va ekin maydonlari to'liq ishlatilgan.

3. 1548 birlik texnika ishlatilmasdan qolayapti.

4. Qishloq xo'jalik mahsulotlarini sotishdan kelgan tushum 256034 sh. bni tashkil qiladi.

3.2.1- jadvaldan foydalanib, almashlab ekish dalalarining optimal variantini aniqlaymiz:

Kuzgi bug'doy uchun ajratilgan ekin maydoni

$$\frac{3}{7} \cdot 1357 + \frac{2}{9} \cdot 913 + 784,47 \text{ ha.}$$

Xuddi, shuningdek, boshqa ekinlar uchun ajratilgan ekin maydonlarini ham hisoblash mumkin.

Masalalarni simpleks usulida EHMda yechish uchun maxsus ishlab chiqilgan «ПЭР», «ИММ» amaliy dasturlar paketlarida yoki Excel elektron jadvalidan foydalanish mumkin.

### **Tayanch soʻz va iboralar**

Simpleks, asosiy ustun, asosiy qator, maqsad funksiya, indeks qator, tayanch yechim, bazis oʻzgaruvchi, optimal yechim, iteratsiya, optimal reja, dastlabki reja, optimal almashlab ekish, model, cheklanish.

### **Savollar**

1. Simpleks usuli bilan qanday masalalarni yechish mumkin?
2. Simpleks usulini jadval usuli bilan ketma-ket yechish usuli qanday?
3. Simpleks usuli bilan topilgan yechim qachon optimal deb aytiladi?
4. Olingan yechimni iqtisodiy tahlil qilishni tushuntiring.
5. Optimal almashlab ekish deganda nima tushuniladi?
6. Chiziqli dasturlash masalasida optimal reja nima?
7. Iteratsiyalar jadvallar bo'yicha qanday amalga oshiriladi?
8. Kriteriya nima?

## IV BOB. CHIZIQLI DASTURLASHTIRISH MASALASINING TAQSIMOT USULI

### 4.1. Taqsimot usuli haqida tushuncha

Taqsimot usuli bilan o'zgaruvchilari bir xil o'lchov birligida berilgan chiziqli dasturlash masalasining ko'plab masalalarni yechish mumkin. Bunday masalalarni simpleks usulida ham yechish mumkin, lekin taqsimot usuli yechish jarayonini ancha osonlashtiradi. Taqsimot usuli bilan ko'pincha yuklarni tashish bilan bog'liq bo'lgan masalalar yechilganligi uchun, buni transport masalasi ham deb atashadi. Transport masalasining mohiyati eng kam transport xarajati sarf qilib, ma'lum bir yuklarni ishlab chiqarish punktidan iste'mol punktiga yetkazishdir.

Masalani bu usul bilan yechish quyidagi bosqichlardan iborat:

- 1). Dastlabki ma'lumotlar yig'ish.
- 2). Dastlabki matritsani tuzish.
- 3). Dastlabki mumkin bo'lgan rejani topish.
- 4). Topilgan rejani optimallikka tekshirish.
- 5). Optimal reja topilguncha yechimni yangilab borish.

Transport masalasining matematik modeli bizga ma'lum, ya'ni  $m$  ta ishlab chiqarish punkti va undagi mahsulot  $a_i$  va  $n$  ta iste'mol punkti va ulardagi mahsulotga bo'lgan talab  $x_j = b_j$  bo'lsin. Iste'mol punkti va undagi mahsulotga bo'lgan talab  $b_j$  bo'lsa va xar bir marshrut bo'yicha tashilayotgan yuklarning narxi  $C_{ij}$  aniq bo'lsa u holda tashilayotgan yuklarning miqdori  $(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{mn})$  larni aniqlash kerak bo'ladi.

U holda transport masalasining matematik modeli quyidagicha bo'ladi:

a) Zaxiralar bo'yicha cheklanish:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m. \quad (1)$$

b) Talablar bo'yicha cheklanish:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

d) Ishlab chiqarilgan mahsulotlar zaxirasi unga bo'lgan talabga teng bo'lsin:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad (3)$$

e) o'zgaruvchilar miqdori manfiy bo'lmasligi kerak:

$$x_{ij} \geq 0;$$

Mahsulot tashishning shunday rejasini tuzish kerakki, u holda transport xarajati eng kam miqdorda sarf qilinsin.

4.1.1-jadval

Resurs iste'molchilari Resurs manbalari	1	2	3	...	j	...	n	Mavjud resurslar
1	$x_{11}$ $c_{11}$	$x_{12}$ $c_{12}$	$x_{13}$ $c_{13}$		$x_{1j}$ $c_{1j}$		$x_{1n}$ $c_{1n}$	$A_1$
2	$x_{21}$ $c_{21}$	$x_{22}$ $c_{22}$	$x_{23}$ $c_{23}$		$x_{2j}$ $c_{2j}$		$x_{2n}$ $c_{2n}$	$a_2$
...								
i	$x_{i1}$ $c_{i1}$	$x_{i2}$ $c_{i2}$	$x_{i3}$ $c_{i3}$		$x_{ij}$ $c_{ij}$		$x_{in}$ $c_{in}$	$a_i$
...								
m	$x_{m1}$ $c_{m1}$	$x_{m2}$ $c_{m2}$	$x_{m3}$ $c_{m3}$		$x_{mj}$ $c_{mj}$		$x_{mn}$ $c_{mn}$	$a_m$
Resursga bo'lgan talab	$b_1$	$b_2$	$b_3$		$b_j$		$b_n$	$\sum_{i=1}^m a_i$ $\sum_{j=1}^n b_j$

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (4)$$

Transport masalasini jadval kurinishida ham ifodalash mumkin (4.1.1-jadval).

Masalaning qo'yilishida ikki hol bo'lishi mumkin: Agar (3) shart bajarilsa, transport masalasi yopiq, bajarilmasa ochiq deb yuritiladi.

Yopiq masala  $m, n$  o'zgaruvchilarga ega, ya'ni band bo'lgan kataklar soni

$$m+n-1 \text{ bo'lishi kerak.}$$

Transport masalasining *mumkin bo'lgan yechimlari* deb shunday yechimlar majmuasi  $x_{ij}$  ga aytiladiki  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ , bular uchun barcha cheklanishlar bajarilishi kerak. Maqsad funksiya minimal(maksimal) qiymatga erishishi mumkin bo'lgan yechimga *optimal yechim* deb aytiladi. *Bazis yechimlar* esa  $m+n-1$  tadan ko'p bo'lmagan noldan farqli  $x_{ij}$  mumkin bo'lgan yechimlardan iborat bo'lib, qolganlari nolga tengdir.

Masalaning matritsa ko'rinishida  $x_{ij}$  lar noldan farqli bo'lgan kataklar *band* kataklar deb aytiladi, qolganlari esa *bo'sh* kataklar deb aytiladi.

Transport masalasining aniq tayanch yechimi tuzilishi va uning yeqqilish usuli tanlanishi muhimdir.

Dastlabki rejani tuzishning quyidagi usullari mavjud:

- *eng kichik element, shimoli-g'arb burchak usuli va approksimatsiya usullari;*
- yer tuzish masalalarini yechishda eng ko'p qo'llaniladigani *eng kichik element va approksimatsiya usullaridir.*
- *eng kichik element* usulining algoritmi quyidagichadir:

Matritsa kataklarida joylashgan  $c_{ij}$  lar ichidan eng kichigi topiladi va shu katakka  $a_i$  olib borib qo'yiladi (agar  $a_i \leq b_j$  bo'lsa,) yoki  $b_j$  olib borib qo'yiladi, agar  $b_j \leq a_i$  bo'lsa. Undan keyin navbatdagi eng kichik  $c_{ij}$  ni topib  $a_i, b_j$  lar dan biri olib borib qo'yiladi va barcha yuklar taqsimlanmaguncha jarayon davom ettiriladi.

Approksimatsiya usulining algoritmi esa quyidagichadir:

Har bir satr va ustundan eng kichik  $C_{ij}$  hamda ularning ayirmasi  $\mu_i(\mu_j)$  topiladi. Ana shu ayirmalarning eng kattasi hisoblangan  $R_\mu$  ajratib olinadi va uning qaysi qator yoki ustunga tegishli ekanligi



tekshiriladi hamda eng kichik  $C_{ij}$  joylashgan katakka mumkin bo'lgan yuk olib borib qo'yiladi. O'sha ustun masalani yechishni davom ettirishda boshqa qatnashmaydi.

Approksimatsiya usuli bilan yechishda quyidagi holatlarga duch kelish mumkin. Agar bir nechta  $R_{\mu}$  ayirmalar mavjud bo'lsa,  $c_{ij}^{\min}$  minimal qiymatlarga asosiy e'tibor qaratiladi. Agar  $c_{ij}^{\min}$  bir qancha bo'lsa, yechim uchun eng katta miqdorli yukni qo'yish mumkin bo'lgan katak olinadi.

**Misol.** Bu usullar bilan tanishish uchun quyidagi jadval ko'rinishida berilgan masalani shu usullar bilan yechish yo'li bilan tanishib chiqamiz.

4.1.2. – jadval

Iste'mol punktlari I/ch punktlari	1	2	3	Yuklarning zaxirasi, $a_i$
1	1	5	8	100
2	6	15	7	200
3	24	2	18	300
Yuklarga bo'lgan talab $b_j$	120	90	390	600

Jadvalda keltirilgan masalaning, avvalo, matematik modelini tuzamiz, keyin uni approksimatsiya usuli bilan yechamiz. Bu masala matematik modelining kengaytirilgan ko'rinishi quyidagichadir.

1. Ishlab chiqarish punktlari uchun:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 100$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = 200$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} = 300$$

2. Iste'mol punktlari uchun:

$$x_{11} + x_{22} + x_{31} = 120$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 90$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 390$$

3. Maqsad funksiyasining ko'rinishi:

$$Z = 1x_{11} + 5x_{12} + 8x_{13} + 6x_{21} + 15x_{22} + 7x_{23} + 24x_{31} + 2x_{32} + 18x_{33} \rightarrow \min$$

O'zgaruvchilar manfiy bo'lmasiligi kerak, ya'ni

$$x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{31}, x_{32}, x_{33} \geq 0$$

Masalaning matritsasiga ayirmalarni hisoblash uchun qo'shimcha satr va ustun kiritiladi. Avvalo, birinchi ayirmani hisoblaymiz. Birinchi satrdagi  $c_{11}, c_{12}, c_{13}$  ning qiymatlaridan, ya'ni 1, 5, 8 dan ikkita eng kichigini tanlab olamiz.  $c_{11}=1$ ,  $c_{12}=5$  va ularning ayirmasi  $\mu=4$  ni topamiz. Ustun bo'yicha topganimizda  $\mu=6-1=5$  bo'ladi. Xuddi shunday yo'l bilan qolgan satr va ustunlar ham hisoblanadi. Keyin hamma ayirmalar ichidan eng kattasi tanlanadi. Demak, ayirmalar (5, 3, 1, 4, 1, 16) ning eng kattasi hisoblangan 16, 3-qatorga tegishlidir. Shuning uchun shu qatordagi  $\bar{n}_{ij}$  larning eng kichigi turgan katakka ( $\bar{n}_{32}=2$ ) mumkin bo'lgan yuk olib borib qo'yiladi ( $\bar{n}_{32}=90$ ). 2-ustundagi  $\bar{n}_{ij}$  ning qiymatlari masalani yechishda boshqa qatnashmaydi va yangi ayirmalar topiladi. Barcha yuklar to'liq taqsimlanmaguncha algoritim takrorlanaveradi. Dastlabki reja tuzildi (4.1.3-jadval). Shu tuzilgan rejani optimallikka tekshirish kerak. Agar tuzilgan reja optimal bo'lmasa, optimal bo'lguncha davom ettirish kerak. Rejani optimallikkacha yetkazish uchun potensiallar usulidan foydalaniladi.

Buning uchun 4.1.3-jadvalga yana bittadan satr va ustun  $\alpha_i$  va  $\beta_j$  larni hisoblash uchun qo'shiladi. ( $i=1,2,\dots, m$ ;  $j=1,2,\dots, n$ ) (4.1.4-jadval).

Ular quyidagi formula asosida topiladi:

$$\alpha_i + c_{ij} = \beta_j$$

Yuqoridagi shartlar hamma band bo'lgan kataklar uchun bajariladi.

I/ch punktleri	Iste'mol punktleri	1	2	3	Yuklar zaxirasi $\alpha_i$	Qatorlar ayirmasi, $\mu_i$
	1	1 100	5	8	100	4 7 -
2	6 20	15	7 180	200	1 1 1	
3	24	2 90	18 210	300	16 6 6	
Yuklarga talab $b_j$	120	90	390	600		
Ustunlar ayirmasi, $\mu_j$	5 5 18	3 - -	1 1 11			

## Dastlabki reja

Bu shartlarni barcha  $x_{ij} = 0$  bo'lgan kataklar uchun yozish mumkin.

Birinchi potentsialga ixtiyoriy qiymat beriladi. Qulaylik uchun va manfiy potentsiallar bo'lmasligi uchun ularning birinchisiga eng katta  $c_{ij}$  dan kattaroq bo'lgan qiymat beriladi.

Minimum qiymatga yechiladigan masalalar band bo'lgan kataklar uchun

$\alpha_i + c_{ij} \geq \beta_j$  shart bajarilganda optimal hisoblanadi.

Masala optimal bo'lmasa, uni optimallashtirish kerak. Buning uchun optimallik sharti bajarilayotgan kataklarga ko'pburchak chiziladi.

Ko'pburchakni chizish va rejani quyidagicha yangilash mumkin:

I. ko'pburchakning tomonlari to'g'ri burchak bo'yicha kesishishi va jadvalning qator va ustunlari bo'yicha joylashishi kerak;

Iste'mol punktlari / I/ch punktlari	Poten-sial	$b_1$	$b_2$	$b_3$	Yuklarning zaxirasi, $\alpha_i$
	$\beta_j$ $\alpha_i$	1	-14	2	
$A_1$	0	100 1	5	8	100
$A_2$	-5	20 6	15	180 7	200
$A_3$	-16	24	90 2	210 18	300
Yuklarga bo'lgan talab $b_i$		120	90	390	600

II. ko'pburchakning uchi dastlabki berilgan bitta kattakdan tashqari band bo'lgan katakda bo'lishi kerak;

III. berilgan katakda yotgan ko'pburchakning uchiga (+) ishorasi qo'yiladi, keyinchalik ishora (-)ga almashadi;

IV. manfiy uchli kataklarda joylashgan barcha yuklarning ichidan eng kichik  $x_{\min}$  tanlab olinadi va U manfiy ishorali kataklardagi  $x_{\min}$  yukdan ayriladi va musbat ishorali kataklardagi  $x_{\min}$  yukka qo'shiladi.

-	2 10	1	+ tekshirilayotgan katak
+	3 22	7 8	- yangilanayotgan reja

	2 2	1 8	
	3 30	7	yangilangan reja

Rejani yangilash  $\sum_{ij} = (\alpha_i + c_{ij}) - \beta_j$  soni absolyut qiymati bo'yicha eng katta bo'lgan bo'sh katakdan boshlanadi.

Har bir yangilanishdan keyin maqsad funksiyaning qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij},$$

$$Z = \sum_{j=1}^n \beta_j b_j - \sum_{i=1}^m \alpha_i a_i$$

Agar reja to'g'ri yangilangan bo'lsa, har safar maqsad funksiyaning qiymati kichiklashib boradi.

## 4.2. Potensiallar usuli bilan masalani maksimumga yechish

Dastlabki tayanch yechimni maksimal element usulidan foydalanib, birinchi navbatda, eng katta qiymatli  $C_{ij}$  lar uchun to'ldiriladi.

Agar bo'sh kataklar uchun quyidagi munosabat  $\alpha_i + c_{ij} \leq \beta_j$ , bajarilsa reja optimal hisoblanadi.

Har bir yangilanishdan keyin maqsad funksiyaning qiymati o'sishi kerak.

Boshqa barcha amallar masalani minimumga yechgandek yechiladi.

*Masalani approksimatsiya usuli bilan maksimumga yechish*

Har bir qator va ustun bo'yicha  $C_{ij}$  ning eng katta qiymati aniqlanadi:

- ularning ayirmasi  $\mu_i, \mu_j$  topiladi. Barcha ayirmalar ichidan eng katta  $R_\mu$  tanlanadi;

- eng katta ayirma tegishli bo'lgan qator yoki ustundagi eng katta  $C_{ij}$  turgan katakka talab qilingan yukni olib borib joylashtiriladi;

- agar  $R_\mu$  eng katta ayirmalar bir nychta bo'lsa u holda eng katta qiymatli  $c_{ij}^{\max}$  bo'lganlarga asosiy e'tibor beriladi.

*Buzilgan masalalar.* Agar to'ldirilgan kataklar soni  $m+n-1$  dan ko'p bo'lsa, u holda reja noto'g'ri tuzilgan bo'lib, u holda yangi yechimlarni qidirish kerak bo'ladi. Agar band bo'lgan kataklar soni  $m+n-1$  dan kam bo'lsa, u holda reja buzilgan bo'ladi.

Buzilgan rejali masalalarda yopiq ko'pburchakni qurish va rejani yaxshilab bo'lmaydi. Bu holatda potentsiallar usulini qo'llab, butun kataklar uchun  $\alpha_i$  i  $\beta_j$ , larni hisoblab bo'lmaydi.

Buzilgan rejalar qoida bo'yicha barcha zaxiralar yig'indisi ( $a_j$ ) talablar yig'indisi ( $b_j$ ) ga teng bo'lganda va aksincha, ayrim zaxiralar va talablar bir biriga teng bo'lgan holda yuz beradi. Misol uchun:

$$a_1 = b_1, \quad a_2 = b_2, \quad a_1 = b_1 + b_2, \quad b_1 = a_1 + a_2 \text{ va hokazo.}$$

4.2.1.-jadval

Iste'mol punkti Ishlab chiqarish punkti	Potensiallar	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Yuklar zaxirasi $\alpha_i$
	$\beta_i$ $\alpha_i$	12	11	10	
$A_1$	110	2 100	1 200 +	8 (0)	300
$A_2$	-6	- 6 +	5	16 - 100	100
$A_3$	8	7	3 - (0)	2 + 100	100
$A_4$	0	21	25	100 10	100
Yuklarga bo'lgan talab, $b_j$		100	200	300	600

Reja buzilgan holda uni qo'yidagicha yaxshilash mumkin:

- buning uchun bo'sh kataklardan birini shartli ravishda band deb hisoblanadi va unga  $x_{ij} = (0)$  qo'yiladi. Nollar soni va band bo'lgan kataklar soni birgalikda  $i + p - 1$  ga teng bo'lishi kerak. Bu holda shartli band bo'lgan va nol katakni boshqa band bo'lgan kataklar bilan yopik ko'pburchak tashkil qilmaydigan deb qabul qilish kerak (4.2.1-jadval).

### Buzilgan masalani to'g'rilash

Bundan tashqari, nolni shunday katakka qo'yish kerakki, rejani yangilash paytida ko'pburchakda (+) belgisi bo'lsin. Misol uchun, (2-1) katak optimal bo'lmasa va (3-2) katakda nol turgan bo'lsa, ko'pburchak qurish paytida oxirgisiga (-) belgisi qo'yiladi va yukni qayta taqsimlab bo'lmaydi. Bu holda nolinchii katak sifatida (1-3) katakni olish kerak.

*Transport masalasining ochiq modeli.* Agar yuklar zaxirasi va ularga bo'lgan talab bir biriga teng bo'lmasa, ya'ni  $\sum_{i=1}^m a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$ , bo'lsa transport masalasi ochiq deb aytiladi.

### Masalani yopiq ko'rinishga olib kelish

Bunday masalani yechish uchun qo'shimcha ishlab chiqarish punkti va iste'mol punktlarini qo'shish orqali uni yopiq masala ko'rinishiga olib kelinadi, ya'ni  $a_{m+1}$  yoki  $b_{n+1}$

$$a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i; \quad b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j. \quad (1.42)$$

Bunday holda qo'shimcha punktlarda yuklarni tashish narxini nolga teng deb olinadi. (4.2.2-jadval).

Shunga e'tibor berish kerakki, masalani minimum yoki maksimumga yechish paytida qo'shimcha punkt katagi  $c_i, n+1$

( $i = 1, 2, \dots, t$ ) = 0 bo'ladi yoki  $c_j, m+1$  ( $j=1, 2, \dots, p$ ) oxirgi navbatda to'ldiriladi.

Iste'mol punkti I/ch punkti	Potensial-lar	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Yuklar zaxirasi
	$\beta_j$	12,6	12,9	20	
	$\alpha_i$				
$A_1$	10	280 <sup>2,6</sup>	840 <sup>2,9</sup>	80 <sup>10,0</sup>	1200
$A_2$	10,1	390 <sup>2,5</sup>	2,7	4,1	390
$A_3$	15,2	2,8	3,0	280 <sup>4,8</sup>	280
$A_4$	29,0	0	420 <sup>0</sup>	0	420
Yuklarga bo'lgan talab $B_j$		670	1260	360	2290

**Masalani optimal reja matritsasi dan foydalanib yechish variantlari.** Bu holda yangi optimal yechimni; maqsad funksiya qiymatini o'zgartirish orqali yangi yechimni topish mumkin.

Boshqa optimal yechim mavjud bulish sharti biror bir bo'sh katak uchun quyidagi tenglik bajarilishi kerak:

$$a_{ij} + c_{ij} = \beta_j \text{ yoki } \sum ij = (\alpha + c_{ij}) - \beta_j = 0 \quad (1)$$

(1) shartni bajarilishi bilan yangi alternativ yechimni hosil qilish uchun bo'sh katakka reja ulushini ko'chirish orqali yangi sikl quriladi.

Masala yechimining oxirida qo'shimcha shartlarni hisobga olish kerak bo'lsa optimal yechimni korrektirovka qilish zarurati tug'ilishi



mumkin. Bunday holda korrekcirovka optimal reja matritsasida olib boriladi.

Aytaylik, quyidagi optimal yechim hosil qilingan bo'lsin (4.2.3-jadval).

4.2.3-jadval

Iste'mol punktlari	Potensiallar	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Yuklar zaxirasi
	$\beta_j$	12	11	13	
Ishlab chiqarish punktlari	$\alpha_i$				
$A_1$	10	13000	2 3	5	13000
$A_2$	10	2000	2 1 7300	3	9300
$A_3$	8	12000	4 8	9	1200
$A_4$	7	7	2700 6 5500	-	8200
Yuklarga talab, $b_j$		27000	10000	5500	42500
					42500

Optimal reja (1-variant )

Jadvalda maqsad funksiya qiymati minimal,  $Z = 129\ 100$ . (2-3) kataklar uchun  $\sum ij = 10 + 3 - 13 = 0$ , degani hech bo'lmaganda yana bitta optimal yechim mavjud (4.2.4-jadval).

Bu optimal yechimda ham maqsad funksiya qiymati 129100 ( $Z=121900$ ) ga teng.

Optimal yechim tahlili (4.2.3-jadval) shuni ko'rsatadiki, yana eng kamida 5 ta optimal yechim hosil qilish mumkin. (4.2.2)-jadvalni hisobga olmaganda).

Bo'sh kataklarni tahlil qilamiz:

$$\sum 12 = 10+3-11 = 2 \quad \sum 33 = 8 + 9 - 13 = 4,$$

$$\sum 13 = 10+5-13=2 \quad \sum 41 = 7+7-12= 2,$$

$$\sum 32 = 8+8-11 = 5 \quad \sum 43 = 7+6-13=0.$$

Agar rejani (1-2) katakka joylashtirsak, transport xarajatlari 3600 ga oshadi, (1-3)-da 11 000 ga ( $2 \cdot 5500$ ) (3-2) - da 9000 ga ( $1800 \cdot 5$ ), (3-3) -da 22 000 ga ( $5500 \cdot 4$ ), (4-3) - da 4000 ga. ( $2000 \cdot 2$ ). Agar uni katakka joylashtirish orqali yangi reja tuzmokchi bo'lsak, u holda transport xarajatlari ( $1800 \cdot 2$ ), 11000 ga. ( $2 \cdot 5500$ ) oshadi.

Agar reja ulushini (1-2) yoki (4-3) kataklarga joylashtirilsa optimal rejaga eng yaqin buladi. Masala yechimini korrektilrovka qilish davrida resurslarni ishlab chiqarish va iste'mol punktlari orasida qayta taqsimlashga to'g'ri keladi.

Misol uchun,  $A_2$  punktida zahira 9200ni tashkil qilsa,  $A_3$  punktida - 12 100 t ga teng.

Bu xolda yuklar band bo'lgan kataklar orasida kayta taksimlanadi. (2-1) katakka 1900 t, (3-1) katakka - 12 100 t joylashtiriladi. Masalani minimumga yechganda maqsad funksiya qiymati  $[(c_{31} - c_{21}) \cdot 100]$  yoki  $[(\alpha_2 - \alpha_3) \cdot 100]$ , ya'ni 200 ni tashkil kiladi. ( $2 \times 100$ ).

Band bo'lgan va Band bo'lmagan kataklar orasida yuklarni qayta taksimlaganda, ya'ni yangi yo'nalishni tashkil qilganda ham maqsad funksiyaning qiymati oshadi. Agar (2-2) katakda yuk miqdori 1700 ga teng bo'lsa, (3-2)da esa 100 bo'lsa, maqsad funksiya qiymati  $[(c_{31} - c_{21}) \cdot 100]$  ga oshadi, yoki 700  $[(8-1) \cdot 100]$  ga.

Iste'mol punktlar	Potensial-lar	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Yuklar zaxirasi			
	$\beta_j$	12	11	13				
Ishlab chiqarish punktlari	$\alpha_i$							
$A_1$	10	13000	2	3	5	13000		
$A_2$	10	2000	2	1800	1	5500	3	9300
$A_3$	8	12000	4	8	9	12000		
$A_4$	7	7	8200	4	6	8200		
Yuklarga talab, $b_j$ ,		27000	10000	5500	42500	42500		

Optimal reja (2-variant )

Band bo'lgan yunalishlardagi taklif va talab yuklarini bir vaqtda bir birlikka oshirganda maqsad funksiya qiymati  $\beta_j - \alpha_i$  farqga, ya'ni  $C_{ij}$  ga. Misol uchun, agar  $A_4$  punktida yuk zahirasi 8201 bo'lsa,  $V_2$  punktida talab - 10 001, u holda maqsad funksiya qiymati 4 birlikka oshgan bo'ladi (11-7).

**Transport masalasini qo'shimcha cheklanishlar orqali yechish.** Yer tuzish masalalarini taqsimot usuli bilan yechganda turli yo'nalishlar bo'yicha tashiladigan yuklar hajmini oshirish yoki kamaytirishga to'g'ri keladigan holatlar yuz berishi mumkin. Shuning uchun chiziqli dasturlash masalasining taqsimot usulida bir nycha xususiyatlar mavjud bo'lib, ular quyidagilardir:

1. Agar berilgan yo'nalishdagi yuklarni  $d_i$  yoki  $d_j$  miqdorda deb belgilaydigan bo'lsa ( $X_{ij} = d_{ij}$ ), u holda quyidagicha ish yuritish mumkin. Mos kelgan talab va taklif yuklari  $a_i$  va  $b_j$  lardan  $d_{ij}$  ning qiymati ayriladi va katak bahosi blokirovka qilinadi. Baho blokirovkasi shundan iboratki  $c_{ij}$  ga ataylab foydasi yo'q qiymat beriladi. Misol uchun, masalani minimumga yechish paytida baho qiymati bir nyecha tartibga oshiriladi. Shunday qilib, agar katakdagi baho 5 ga teng bo'lsa, u holda, uni 5000 ga o'zgartirib, berilgan yo'nalishni foydasi yo'q darajaga yetkaziladi. Undan keyin yechimni optimallikkacha yetkaziladi, ya'ni hisoblashlarni nazoratidan keyin yuklar zahirasidan olib tashlangan  $x_{ij} = d_{ij}$  yukni olib borib qo'yiladi. Blokirovka qilingan baholi katakni masalani yechish jarayonida bush katak deb hisoblanadi.

2.  $x_{ij} \geq d_{ij}$  cheklanish bajarilganda berilgan yunalish buyicha tashishni davom ettirish kerak bo'lsa, masala yechilguncha  $d_{ij}$  ning qiymati mos kelgan yuk zaxirasi  $a_i$  va unga bo'lgan talab  $b_j$  dan ayriladi. Bu, talab qilingan cheklanishning oxirgi chegara  $x_{ij} \geq d_{ij}$  bo'yicha bajarilishi uchun kerak. Keyin masalani yechish optimal yechim hosil bo'lguncha davom ettiriladi, bunda oldindan ayrilgan  $d_{ij}$  ning qiymati tahlil qilinayotgan katakdagi qiymatga qo'shiladi.

3. Agar yuklarni tashishni cheklash kerak bo'lsa, ya'ni  $x_{ij} \leq d_{ij}$  yoki tashish xajmini ma'lum oraliqda tayinlash kerak bo'lsa  $d_{ij} \leq x_{ij} \leq D_{ij}$ , u holda masalani, avvalo, qo'yilgan shartga qaramasdan optimal yechim hosil bo'lguncha yechiladi. Keyin yechimni qo'yilgan cheklanishlar bajarilishi nuqtai nazaridan tahlil qilinadi.

*Yuklarni tashishning Optimal yechimini aniqlash masalalarini yechishga doir misollar.* Masalaning qo'yilishi. Xo'jalikda mahsulot ishlab chiqaruvchi va uni iste'mol qiluvchi bo'limlar mavjud. Misol uchun, ozuqa iste'mol qiluvchi chorvachilik fermasi va ularni yetishtiruvchi almashlab ekish dalalari mavjud. Mahsulotni tashishning shunday rejasini tuzish kerakki, natijada minimal transport xarajati sarf qilinsin.

Masalaning optimallik kriteriyasi sifatida mahsulotni har bir ishlab chiqarish punktlaridan iste'mol punktlariga tashish narxi olinadi,

misol, tashish oraliq'idan bog'liq bo'lgan 1 t km narxi.

Dastlabki ma'lumot: iste'mol punktidagi mahsulotga bo'lgan talab, uning iste'mol punktidagi zaxirasi, yuklarni tashish oraliq'i.

**Hisob-kitob** qilinadigan ko'rsatkichlar. Birlik yuklarning masofadan bog'liq bo'lgan tasqilish narxi.

Ko'rsatilgan masalaning qo'yilishidan foydalanib, qishloq xo'jalik mahsulotlaridan foydalanuvchi sanoat ishlab chiqarish zonalarini tashkil qilish (Shakar zavodi, spirt zavodi, paxta tozalash punktlari va boshqalar) masalalarini yechish mumkin. Bu holda xom ashyoni zavodlarga eng kam transport xarajatlari bilan yetkazib beruvchi xo'jalik aniqlanadi.

4.2.1.—*masala* Shirkat xo'jaligida 4 almashlab ekish mavjud bo'lib, ularning 2 sida sug'oriladigan ekinlar, 2 sida ozuqa ekinlari yetishtiriladi. Xo'jalikda 3 ta, sut mahsulotlari yetishtirishga, go'sht yetishtirishga va parrandachilikka ixtisoslashtirilgan, fermer xo'jaliklari mavjud. Fermer xo'jaliklaridagi ozuqaga bo'lgan talab mos ravishda 2700, 1000, 1550 s ozuqa birligiga teng. Almashlab ekish dalalarida yetishtiriladigan ozuqa miqdori mos ravishda 1300, 930, 1200, 820 s ozuqa birligiga teng. Ozuqalarni fermer xo'jaliklariga tashishning shunday rejasini tuzish kerakki, natijada tashish narxi minimal bo'lsin. Dastlabki ma'lumotlar 4.2.5-jadvalda keltirilgan.

Masalani yechish ketma-ketligi: 1) masalaning umumiy ko'rinishini ifodalash;

2) kengaytirilgan iqtisodiy -matematik ko'rinishini tuzish;

3) masalani potentsiallar usulida yechish.;

4) maqsad funksiya qiymatini hisoblash.

### Dastlabki ma'lumotlar va birinchi iteratsiya

Masalaning umumiy ko'rinishi:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad \sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad x_{ij} \geq 0.$$

Iqtisodiy -matematik modelning kengaytirilgan ko'rinishi

$$Z = 2x_{11} + 2x_{12} + 4x_{13} + 7x_{14} + 3x_{21} + x_{22} + 8x_{23} + 4x_{24} + 5x_{31} + 2x_{32} + 9x_{33} + 6x_{34} \rightarrow \min$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 27000,$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 10000,$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 5500,$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 13000$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 9300,$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 12000,$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} = 8200,$$

$$x_{11}, x_{21}, \dots, x_{34} \geq 0.$$

4.2.5-jadval

Almashlab ekish	Poten- siallar	Sug'oriladigan dalalar		Ozuqa yetishtiriladigan dalalar		Ozuqaga bo'lgan talab
		1	2	1	2	
Fermir xo'jaliklari	$\beta_j$					
	$\alpha_i$	12	14	14	17	
Sutchilik	10	2 1300	+ X	4 12000	7 - 2000	27000
Go'sht yetishtiradigan	13	3 x	1 - 9300	8 X	+ 4 700	10000
Parrandachilik	11	5 x	3 x	9 x	6 5500	5500
Yetishtirilgan ozuqa, ozuqa birligi		13000	9300	12000	8200	42500

Ikkinchi iteratsiyada masalani yangilagandan keyin optimal yechim hosil qilinadi. (4.2.6-jadval).

Almashlab ekish	Potensiallar	Sug'oriladigan dalalar		Ozuqa yetishtiriladigan dalalar		Ozuqaga talab  (ozuqa birligi)
		1	2	3	4	
Fermerlar	$\beta_j$					
	$\alpha_i$	12	12	14	15	
Sutchilik	10	2 13000	2 2000	4 12000	x 7	27000
Go'sht yetishtiriladigan	11	3 x	1 7300	8 x	4 2700	10000
Parrandachilik	9	x 5	x 3	x 9	6 5500	5500
Yetishtirilgan ozuqa, s ozuqa bir.		13000	9300	12000	8200	42500

### Optimal reja

Birinchi iteratsiyadan keyin maqsad funksiyaning qiymati:

$$Z_1 = 13\,000 \cdot 2 + 12\,000 \cdot 4 + 200 \cdot 7 + 9300 \cdot 1 + 700 \cdot 4 + 5500 \cdot 6 = 26\,000 + 48\,000 + 9300 + 14\,000 + 2800 + 33000 = 133\,100 \text{ ni tashkil qildi.}$$

Ikkinchi iteratsiyadan keyin optimal yechim

$$Z_1 = 13\,000 \cdot 2 + 2000 \cdot 2 + 12\,000 \cdot 4 + 7300 \cdot 1 + 2700 \cdot 4 + 5500 \cdot 6 = 26\,000 + 4000 + 48\,000 + 7300 + 10800 + 33000 = 129100 \text{ bo'ldi.}$$

**Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar**

**4.1-topshiriq.** 3 ta xo'jalik 7 ta tarqoq yer uchaskalaridan iborat. Bularda yetishtirilgan mahsulotlar ozuqa uchun ishlatiladi. Tarqoq

uchaskalarni xo'jaliklar orasida shunday taqsimlash kerakki, natijada ozuqalarni tashish xarajatlari minimal bo'lsin.

Tarqoq yer uchaskalardan xo'jalikkacha ozuqalarni tashish narxi 4.2.7-jadval kataklarining o'ng burchagida ko'rsatilgan.

4.2.7-jadval

Tarqoq yer uchastkalari  Xo'jaliklar	Xo'jaliklarga birlashtirilgan uchastkalar							Tarqoq yer uchastkali xo'jaliklardagi yetishtirilgan jami ozuqa
	Ittifoq			Yoshlik		G'alaba		
	1	2	3	4	5	6	7	
Ittifoq	5	10	18	22	8	17	6	6000
Yoshlik	16	2	31	3	46	17	25	4000
G'alaba	8	25	36	14	13	4	28	10000
Tarqoq yer uchastkalarda Yetishtirilgan ozuqa, t.o.b.	1000	2000	3000	2500	1500	9000	1000	20000

### Masalaning dastlabki matritsasi

1. Masalaning umumiy iqtisodiy -matematik modeli tuzilsin.
  2. Masalaning kengaytirilgan iqtisodiy -matematik modelin tuzilsin.
  3. Masala approksimatsiya usuli bilan yechilsin va yechim potentsiallar usuli bilan tekshirilsin.
  4. Optimal yechimning iqtisodiy samaradorligini mavjud yer uchastkalardagi taqsimot bilan solishtirib ko'ring.
- 4.2-topshiriq.** Fermer xo'jaligida 5 ta toifali erroziyaga uchragan yer turi mavjud. Bu yerlarga qishloq xo'jalik ekinlarini shunday joylashtirish kerakki, natijada daromadlar yig'indisi maksimal bo'lsin.



	Erroziyaga uchragan yerlardan olingan sof daromad					Ekin maydoni, ha
	Yerlar toifalari					
	I	II	III	IV	V	
Dam berilgan yer	180	150	100	60	30	100
Kuzgi bug'doy	200	180	150	100	80	200
Paxta	600	500	300	60	40	100
Silos uchun makkajuxori	250	200	150	100	60	100
Arpa	150	140	125	80	60	200
No'xat	190	160	112	70	40	100
Kuzgi javdar	170	130	120	100	90	50
Ko'p yillik o'simliklar	120	115	110	105	100	200
Suli	160	190	120	90	80	50

### Dastlabki ma'lumotlar

*Eslatma.* Erroziyaga uchragan yer maydonlari, ga: I toifa –450, II - 230, III - 120, IV – 190, V - 110.

4.2.8 -jadvalda erroziyaga uchragan yerlar toifasi, 1 ha yerdan olinadigan sof daromad, qishloq xo'jalik ekinlari maydoni ko'rsatilgan:

1. Masalaning umumiy iqtisodiy -matematik modeli yozilsin.
2. Masalaning kengaytirilgan iqtisodiy -matematik modeli tuzilsin.
3. Masalani approssimatsiya usuli bilan tayanch yechimi aniqlansin va potensiallar usuli bilan tekshirib ko'rihsin.
4. I-III va IV — V toifali yerlardagi almashlab ekishlarni ko'rib chiqib, ekinlarni navbat bilan ekish sxemasi tuzilsin.

Quyidagi cheklanishlar kiritilsin: a) qand lavlagi ekin maydoni yarmini I toifali yerga joylashtirilsin; b) makkajo'xori maydonining 60 %

kam bo'lmagan qismidagi makkajo'xorini II toifali yerga ekilsin ; V) III toifali yerda suli maydoni 25 % dan oshmasligi kerak.

**4.3-topshiriq.** Shirkat xo'jaligining 5ta chorvachilikka ixtisoslashgan fermer xo'jaligini dag'al va sersuv ozuqa bilan ta'minlaydigan 3 ta manbasi: 2 ta sug'oriladigan va 1 ta ozuqa yetishtiriladigan almashlab ekish dalalari mavjud. Fermer xo'jaliklarini manbalarga birlashtirishning shunday rejasi tuzilsinki, natijada ozuqalarni tashish xarajati minimum bo'lsin. Asosiy ma'lumotlar 4.2.9-jadvalda keltirilgan.

4.2.9-jadval

Almashlab ekish dalalari	Ozuqalarni tashishda xarajatlar ulushi, lt ha. sh.b					Almashlab ekish resurslari, t
	1-xo'jalik	2-xo'jalik	3-xo'jalik	4-xo'jalik	5-xo'jalik	
1-sug'oril. dala	55	30	40	50	15	49
2-sug'oril. dala	35	30	100	45	60	63
Ozuqa ekinlari	40	40	20	30	40	58
Ozuqaga bo'lgan Talab, t	40	40	20	30	40	170
						170

**4.4-topshiriq.** Viloyatda 4 ta spirt zavodi va bu zavodlarni kartoshka bilan ta'minlaydigan 10 ta fermer xo'jaligi mavjud. Spirt zavodiga shunday xo'jaliklarni birlashtirish kerakki, natijada kartoshkani yetkazish umumiy narxi minimal bo'lsin.

Dastlabki ma'lumotlar

*Eslatma.* Zavodlar quvvati: " Xumo " - 1230 t, " Baraka " -305, " Javoxir " - 670,"Saxovat " - 393 t.

1. Masalaning dastlabki yechimini eng kichik element usuli orqali toping.

2. Masala yechimini potentsiallar usuli bilan tekshiring.

3. Optimal reja bo'yicha mahsulotni tashish narxini hisoblang.

Transport masalalarini EXM larda yechishda maxsus ishlab chiqilgan «PER» amaliy dasturlar paketidan foydalanish mumkin.

Xo'jaliklar	Spirt zavodlariga kartoshkani yetkazib berish tannarxi, sh.b/t				Xo'jalikda kartoshka xom ashyosini yetishtirish
	"Xumo"	"Baraka"	"Javoxir"	"Saxovat"	
"Ermat ota"	2,07	2,52	3,53	4,14	400
"Fozilbek"	0,98	0,39	0,65	0,48	500
"Ali bobo"	1,33	1,06	0,53	0,65	100
"Ixtiyor"	3,75	4,56	0,81	0,95	350
"Oltin zamin"	0,86	1,76	1,101	1,47	82
"Uchqun"	0,29	0,96	1,47	1,76	45
"Bo'z-suv"	2,46	1,74	1,34	2,17	123
"Oqqo'rg'on"	0,86	1,86	1,67	2,24	600
"Orif"	0,95	1,10	1,20	0,47	320
"Do'stbek"	2,12	1,84	0,40	1,13	78

### Dastlabki ma'lumotlar

#### Tayanch so'z va iboralar

Taqsimot, transport, iqtisodiy- matematik model, maqsad funksiya, tayanch yechim, optimal yechim, eng kichik element, approksimatsiya, shimoli-g'arb, optimal reja, potensial, buzilgan masala, matritsa, iteratsiya.

### Savollar

1. Taqsimot usuli bilan yechiladigan masalalar turini ayting.
2. Transport masalasi mohiyatini tushuntirig.
3. Transport masalasi qaysi holda ochiq qaysi holda yopiq deyiladi?
4. Transport masalasi iqtisodiy-matematik modeli ko'rinishi qanday?
5. Transport masalasi tayanch yechimini topishning qanday usullari mavjud?

6. Eng kichik element usuli bilan masalani qanday yechish mumkin?
7. Approksimatsiya usuli algoritmi qanday?
8. Yechimni optimallikka tekshirish usuli qanday nomlanadi?
9. Qanday masalaga Buzilgan Masala deyiladi?
10. Buzilgan masalani qanday to'g'rilash mumkin?

## V BOB. YER TUZISHDA IQTISODIY-MATEMATIK MODELLASHTIRISH ASOSLARI

### 5.1. Modellashtirish bosqichlari va iqtisodiy-matematik modellarni tuzish

Yer tuzishda qishloq xo'jalik mahsulotlariga bo'lgan talabni qondirish uchun resurslardan (yer, mehnat, pul-buyum) foydalanishni tashkillashtiradigan tizimlar yaratish iqtisodiy-matematik modellashtirishning asosini tashkil etadi. Iqtisodiy, ijtimoiy, ekologik bog'lanishlarni o'rganish uchun yer tuzishni loyihalashda asosiy iqtisodiy qonuniyatlarni va jarayonlarni tenglama yoki tengsizliklar ko'rinishida ifodalovchi iqtisodiy-matematik modellashtirishlar qo'llaniladi.

Yer tuzishni tahlil qilish paytida modellashtirilayotgan hodisalarni mumkin qadar to'liq aks ettiruvchi asosiy faktorlar aniqlanadi.

Matematik modellashtirish usullari har xil bo'lganligi bilan modellarni tuzish usullari bir xildir. Modellashtirish quyidagi bosqichlardan iboratdir: masalaning qo'yilishi; bog'lanishlarni miqdor va sifat jihatidan tahlil qilish, dastlabki ma'lumotlarni to'plash va ularni qayta ishlash; masala yechishning matematik usulini tanlash, masalaning iqtisodiy, texnologik, yer tuzish va boshqa shartlarini matematik ifodalash, iqtisodiy-matematik modelni tuzish; masalani yechish; muqobil yechimni iqtisodiy tahlil qilish.

Masalaning qo'yilishida modellashtirilayotgan bir qancha jarayonlarni asoslab olish kerak, ya'ni noma'lum o'zgaruvchi miqdorlarni, o'zgaruvchilar oldidagi koeffitsiyentlarni, o'zgarimas sonlarni aniqlash, optimallik kriteriyasini tanlash kerak.

Qishloq xo'jalik ishlab chiqarishining turiga mos mahsulotni ishlab chiqarish texnologik usuli, tarmoqlarning hajmi va tarkibi o'zgaruvchilar orqali ifodalanadi. O'zgaruvchilar asosiy va yordamchi o'zgaruvchilarga bo'linadi. Qishloq xo'jalik ekinlari, yerlarning o'lchami, mollar soni, bular asosiy o'zgaruvchilar, o'z navbatida dehqonchilik va chorvachilik tarmoqlarini anglatuvchi o'zgaruvchilarga bo'linadi.

Ishlab chiqarish resurslariga bo'lgan qo'shimcha talablarni ifodalashda tarmoqlarni rivojlantirish uchun kerak bo'ladigan kapital mablag'larni aniqlashda, mollarni oziqlantirishning optimal ratsionini tuzish va ekin maydonlarining tuzilishini tashkil qilish shartlarini matematik ifodasini yengil tasavvur qilish uchun yordamchi o'zgaruvchilar kiritiladi. Qo'shimcha o'zgaruvchilar esa tenglamalar sistemasini kanonik shaklga keltirish uchun kiritiladi.

Koeffitsiyentlar o'zgarmas miqdorlar bo'lib, masalada birlik o'zgaruvchiga mos keluvchi resursning sarf bo'lish normasini, hayvonlarning sonini yoki bir birlik maydonning mahsuldorligini-resurs va o'zgaruvchi orasidagi proporsionallikni bildiradi.

Maqsad funksiya o'zgaruvchilari oldidagi koeffitsiyentlar esa birlik o'zgaruvchining haqiqiy qiymatini bildiradi.

O'zgarmas sonlar esa qo'yilgan masalada ma'lum miqdorlar bo'lib, ishlab chiqarish resurslarining hajmini, qishloq xo'jalik korxonalarini rivojlantirishnig rejayiy ko'rsatkichlarini va cheklangan resurslar miqdorini bildiradi.

O'zgaruvchilar, koeffitsiyentlar, o'zgarmas sonlar bir-biriga bog'liq bo'lib, cheklanishni tashkil qiladi. Cheklanishlardan: yer, mehnat resurslaridan, asosiy fondlardan, yem-xashakni ishlab chiqarish va undan foydalanish, kafolatlangan ishlab chiqarish bo'yicha tuzilgan cheklanishlar asosiy cheklanishlar bo'lib, texnologik, agrotexnik, iqtisodiy va ekologik talablarning bajarilishini ta'minlaydi.

**5.1-masala.** Xo'jalikda 300 ha yer maydoni, 17 ha yaylov, 30 ha pichanzor mavjud. Kuzgi don ekinlari ekin maydonining 15% ni tashkil qiladi. Yuqoridagi shartlar asosida yer resurslaridan, yerdan foydalanish strukturasi tashkil qilish cheklanishlarini tuzing.

**Yechish.**  $x_1$  — orqali kuzgi don ekinlari maydonini,  $x_2$  — orqali bahorgi,  $x_3$  — orqali qand lavlagi,  $x_4$  — orqali silos uchun makkajuxori,  $x_5$  — kuzgi ekinlar yig'ishtirib olingandan keyin ekilgan ko'k oziqa uchun ishlatiladigan ko'p yillik o'simliklar,  $x_6$  — kuzgi don ekinlarini yig'ishtirgandan keyin ikkinchi marta ekiladigan bir yillik o'simliklar maydoni,  $x_7$  — urug' uchun ekiladigan ko'p yillik o'simliklar maydoni,  $x_8$  — foydalanilayotgan ekinlar maydoni, (17 dan ko'p emas).  $x_9$  — foydalanilayotgan pichanzorlar (30 ga. dan ko'p emas);  $x_{10}$  — ekin maydoniga aylantirilishi mumkin bo'lgan pichanzorlar maydoni deb belgilasak, u holda Yerdan, yaylovdan va

pichanzorlardan foydalanish (tengsizliklari) quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + \dots \leq 300 + x_{10}$$

$$x_8 \leq 17$$

$$x_9 \leq 30 - x_{10}$$

Ma'lum ekin maydonlarining minimal va maksimal o'lchami bo'yicha:

$$x_1 \geq 45(15\%) \quad \text{dan kam emas;}$$

$$x_2 \leq 96(15\%) \quad \text{dan ko'p emas;}$$

$$x_1 \geq x_6$$

$$-x_1 - x_6 \leq 0$$

$$0.3x_4 - 1/5x_{10} \leq 0$$

$x_4$  oldidagi koeffitsiyent urug'ni ekish normasi,  $x_7$  oldidagisi esa, ko'p yillik o'simliklar urug'ining hosildorligi. Demak, yuqoridagiga asosan, umumiy holda  $x_j$  - orqali  $j$  - turdagi qishloq xo'jaligi ekinlarining yer maydonini belgilasak:

$b_i - i$  - turdagi yer maydonini  $x_i - i$  - turdagi yerni almashtirish hajmi;  $a_{ij} - i$  - turdagi ekin maydonidagi;  $j$  - turdagi ekin turining ulushi;  $t'_{ij}$ ,  $t''_{ij}$  - orqali birlik maydonga mos keluvchi ishlab chiqarish va harajat darajalari koeffitsiyentlari;

$j = 1 \dots I - j$  - turdagi qishloq xo'jalik ekinlari soni;

$j = 1 + 1 \dots K - j$  - turdagi ikkinchi marta ekiladigan ekinlar soni;

$M_1$  - yerlar turlarining to'plami;

$M_2$  - garantiyalangan ishlab chiqarish hajmi, qishloq xo'jalik ekinlari guruhining turlari;

$M_3$  - takror ekiladigan ekin turlarining to'plami;

$M_4$  - urug' uchun ekiladigan ekin turlarining to'plami desak, u holda yer resurslaridan foydalanishning cheklanish tengsizliklari umumiy holda quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

Yer resurslaridan foydalanish bo'yicha:

$$1. \sum_{j=1}^l i \leq \delta_i + x \quad i \in M_1;$$

2. Yerdan foydalanish tuzilmasi bo'yicha ayrim ekinlarni ekish tuzilmasi:

$$a) \sum_{j=1}^l x_{ij} \leq a_i b_j \quad i \in M_2:$$

$$b) \sum_{j=l+1}^K x - \sum_{j=1}^l x_j \leq 0 \quad i \in M_3 \quad \text{asosiy va takroriy ekinlarni}$$

ekish tuzilmasi bo'yicha.

$$d) \sum_{j=1}^l t_{ij} x_j - \sum_{j=1}^l t_{ij} \leq 0 \quad i \in M_4 \quad \text{urug' yetishtirish va unga}$$

bo'lgan talab bo'yicha.

Yem - xashak yetishtirish va undan foydalanish uchun tuzilgan cheklanishlar mollarning mahsuldorligini va ular sonini oshirishga yordam beradi. Ozuqalar guruhlari bo'yicha cheklanishlar shunday tuzilishi kerakki, ratsiondagi ularning miqdoriga minimum kerakli va maksimum kerak bo'lgan chegaralariga mollarni boqishning qabul qilingan normalari kiritilishi kerak.

Cheklanishlarning ko'rinishi:

$$-25x_2 - 40x_4 - 22x_5 - 15x_6 - 9x_8 - 6\delta_9 + 70x_{11} + 10x_{12} \leq 0 \quad (5.1.1)$$

$$-25x_2 + 14x_{11} + x_{12} \leq 0 \quad (\text{konsentratlar bo'yicha}) \quad (5.1.2)$$

$$-40x_4 - 22x_{12} \leq 0 \quad (\text{silos bo'yicha}) \quad (5.1.3)$$

bo'ladi.

(5.1.1) tengsizlik shuni ko'rsatadiki, yem-xashak yetishtirish hajmi unga bo'lgan talabdan kam bo'lmasligi kerak, (5.1.2) va (5.1.3) larda esa ayrim olingan ozuqa turlari bo'yicha balanslar keltirilgan.

$x_2, x_4, \dots, x_9$  lar oldidagi koeffitsiyentlar lga yerdagi yaylovlardan, pichanzorlardan chiqqan ozuqani bildiradi.  $x_{11}, x_{12}$  lar oldidagi koeffitsiyentlar esa 1 bosh chorva mollarining ozuqa birligiga bo'lgan talabi.



Ko'rsatkichlar	Bahorgi don ekinlari	Makka silos uchun	Ko'k ozuqa va pichan uchun ko'p yillik o'tlar
Yetishtirilgan ozuqa, s.o.b/ha	25	40	22
Bir bosh qoramolga sarflanadigan ozuqa miqdori, s ozuqa miqdori	-	-	-

Davomi

Ko'rsatkichlar	Takror ekiladigan 1 yillik ekinlar	Yaylovlar	Pichanzorlar	Yirik shoxli mollar	Qo'ylar
Yetishtirilgan ozuqa, s.o.b/ha	15	9	6	-	-
Bir bosh qoramolga sarflanadigan ozuqa birligi .	-	-	-	55	10

Bu yerda,  $x_{11}$  - yirik shoxli mollar soni, bosh,  $x_{12}$  - qo'ylar soni, bosh.

$x_j - j = 1 \dots k$  dagi haydalgan yer va qishloq xo'jaligi ekinlari maydoni;

$x_j - j$  - turdagi yirik shoxli mollar soni  $j = k + 1 \dots n$ ;

$x_{ij} = k + 1 \dots n - j$  - turdagi mollar soni;  $x_j = k + 1 \dots n$

$v_{ij} - j$  - turdagi birlik ekin maydonidan, birlik ekin turidan chiqqan  $i$  - turdagi ozuqaga bo'lgan talab;

$a_{ij} - 1$  bosh  $j$  - turdagi mollar uchun  $i$  - turdagi ozuqaga bo'lgan talab;

$M_5$  - orqali mollar turini belgilasak, u holda tengsizlik ko'rinishi

$$- \sum_{j=1}^k v_{ij} x_j + \sum_{j=k+1}^n a_{ij} x_j \leq 0 \quad i \in M_5$$

bo'ladi.

Qishloq xo'jalik texnologiyalariga, o'g'itlarga va boshqa ishlab chiqarish resurslariga bo'lgan talab, xuddi yuqoridagi mehnat va pul-buyum resurslari uchun yozilgan cheklanishlardek yoziladi.

**5.2- masala.** Yer tuzish loyihasi xo'jalik uchun turli xildagi kafolatlangan hajmdagi mahsulotlarni yetishtirish uchun imkoniyat yaratib berishi kerak bo'lib, u qishloq-xo'jalik korxonasining barcha resurslarini hisobga olishni talab qiladi (5.1.2-jadval).

Bu topshirikda ishlab chiqarish resurslaridan foydalanish va xo'jalik ko'rsatkichlarining bajarilishi bo'yicha cheklanishlar karaladi.

Mehnat resurslari bo'yicha cheklanishlar bir yil uchun va aloxida olingan eng dolzarb vaqtlar uchun qishloq-xo'jalik ishlab chikarishining barcha tarmoqlarda ishchi kuchlari bilan ta'minlanishni xarakterlab beradi.

$$3,7x_1 + 3,5x_2 + 20x_3 + 10x_4 + 2x_5 + 3,3x_6 + 2,5x_7 + 1,1x_8 + \\ + 0,5x_9 + 60x_{11} + 7x_{12} \leq 150000 \quad (5.1.4)$$

Bu yerda,  $x_1, x_2, \dots, x_{12}$  — lar qishloq xo'jalik ishlab chiqarish tarmoqlari..

Bu o'zgaruvchilar oldidagi koeffitsiyentlar odam-kunidagi lga yoki lbosh mol uchun sarf qilinadigan mehnat xarajatlari normasini bildiradi. Sarf qilinadigan barcha mehnat sarflari umumiy mehnat fondidan oshmasligi kerak (1500 odam.-kun). Shunga o'xshash davrlar bo'yicha bajariladigan ishlar uchun xam cheklanishlarni tuzish mumkin.

O'simlikchilikda va chorvachilikdagi ishlatiladigan pul —buyum resurslari bo'yicha cheklanishlar quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$35,8x_1 + 35x_2 + 500x_3 + 66x_4 + 55x_5 + 48x_6 + 120x_7 + \\ + 30x_8 + 10x_9 + 270x_{11} + 12x_{12} - x_{13} \leq 0. \quad (5.1.5)$$

Masalani yechish jarayonida xo'jalikda qishloq xo'jalik ishlab chiqarishini rivojlantirish bo'yicha loyihaviy topshiriqni bajarish uchun zarur bo'lgan umumiy pul-buyum xarajatlari yig'indisi aniqlanadi, buning uchun hisobga yordamchi  $x_{13}$  o'zgaruvchi kiritiladi.

$x_i$  — rejadan tashqari mahsulot;

$M_7$  — tovar mahsulotlari turlari to'plami;

O'zgaruvchilarning manfiy bo'lmaslik sharti;

$$x_i \geq 0; \quad x_i \geq 0.$$

5.1.2- berilgan ma'lumotlar

Ko'rsatkichlar	O'ichov birligi	Kuzgi don ekin-lari	Bahorgi don ekin-lari	Qand lavlagi	Silos uchun makka-jo'xo-ri	Ozuqa va hashak uchun ko'p yillik o'tlar	Ozuqa uchun bir yillik o'tlar
Mehnat xarajatlari	Odam-kun	3,7	35,0	2	10	2	3,5
Pul-buyum xarajatlari	Sh.birl.	35,8	35,0	50	65	55	48
Yetishtirilgan: tovar mahsuloti							
Don	s	30	4				
Qand lavlagi	s			250			
Sut	s						
Go'sht	s						
Jun	kg						

Ko'rsatkichlar	Urug' uchun ko'p yillik o'tlar	Yaylov-lar	YSHA	Qo'y-lar	Pichanzorlar	Moddiy xarajatlar umumiy yig'indisi	Resurslar
Mehnat xarajatlari	2,5	0,5	60	7	1,1		150000
Pul-buyum xarajatlari Sredstv	120	10	270	12	30	-1	0
Yetishtirilgan tovar mahsuloti							17000
Don	s						
Kand lavlagi	s		32				70000
Sut	s			0,4			19000
Go'shit	s			3			2000
Jun	kg						750

Qishloq-xo'jalik texnikasiga, o'g'it taqsimoti uchun va boshqa ishlab chiqarish resurslari uchun ham xuddi mehnat va pul-buyum resurslari kabi tuziladi.

Bu cheklanishlarning matematik ifodasi quyidagicha tuziladi:

$$\sum_{j=1}^n s_{ij} x_j \leq S_i + x_i, i \in M_6 \quad (5.1.6)$$

$$\text{yoki } n \sum_{j=1} s_{ij} x_j - x_i - S_i \leq 0, i \in M_6 \quad (5.1.7)$$

### Belgilashlar

$s_{ij}$  —  $i$ - turdagi resursni  $j$ -turdagi tarmoqqa sarf qilish koeffitsiyenti;

$S_i$  —  $i$ - turdagi mavjud resurs;

$x_i$  — qo'shimcha jalb qilinadigan  $i$ - turdagi resurs yoki qidirilayotgan  $i$ - turdagi umumiy sarflanadigan resurslar yig'indisi;

$M_6$  — ishlab chiqarish resurslari turlari to'plami.

Kafolatlangan ishlab chiqarish hajmi bo'yicha cheklanishlar alohida olingan tovar mahsulotlari bo'yicha rejalashtirilgan ishlab chiqarish hajmini aks ettiradi:

Don:  $30x_1 + 4x_2 - x_{14} = 17000$ ,

Qand lavlagi:  $250x_3 \geq 70000$ ,

Sut:  $32x_{11} \geq 19000$ , (5.1.8)

Go'sht:  $0,4x_{12} \geq 2000$ ,

Jun:  $3x_{12} \geq 7500$

$x_1, x_2, x_3, x_{11}, x_{12}$  lar oldidagi koeffitsiyentlar birlik maydondan yoki 1bosh moldan yetishtirilgan tovar mahsulotini bildiradi.

$x_{14}$  — rejadadan ortiq yetishtirilgan tovar don mahsuloti.

Kafolatlangan ishlab chiqarish hajmi bo'yicha cheklanishlar umumiy holda

$$\sum_{j=1}^n q_{ij} x_j - x_i \geq Q_i, \quad i \in M_7 \quad (5.1.9)$$

ko'rinishda bo'ladi.

### Belgilashlar

$q_{ij}$  —  $j$ -tarmoqda yetishtirilgan  $i$ -turdagi birlik tovar mahsulot turi;

$Q_i$  —  $i$ -turdagi rejalashtirilgan tovar mahsulotini ishlab chiqarish hajmi;

## Birik mahsulotni tashab chiqarishga sarf qilingan xarajatlar

Ko'rsatkichlar	O'lchov birligi	Birik mahsulotni tashab chiqarishga sarf qilingan xarajatlar							Resurslar	
		Ozuqa uchun don	Ko'k ozuqa va sllos uchun makkajo'xori	Ildiz-meva	Xashak uchun ko'p yillik ekinlar	Ko'k ozuqa uchun ko'p yillik o'tlar	qoramol	Qo'ylar		Cheklanish belgisi
Haydaladigan yer	ha								≤	2000
Pichanzorlar	ha								≤	400
Jami mehnat resurslari	odam kun	3,5	10	20	2,0	3,5	60	80	≤	120000
Shu jumladan dolzarb paytlarda	odam kun	2,6	7	30	0,9	2,3	20	25	≤	70000
Ishlab chiqarish xarajatlari	Sh. biri.	70	200	400	50	80	420	600	≤	650000
Jami ozuqa	s.o.b.	-33	-60	-55	-22	-45	70	100	≤	2700
Shu jumladan konsentratlar	s.o.b.	-2,5					14	60	≤	0
Dag'al hashak	s.o.b.	-8			-22		11	5	≤	2700

										Davomi	
Sersiv	s .o.b.			-40	-55			24	25	≤	0
Ko'k ozuqa	s .o.b.			-20				21	10	≤	0
Iga pichan-zordan chiqqan ozuqa	s .o.b.					6,8				≤	
Yetishtirilgan										≤	
Sut	S							20		≥	15000
Go'shit	S							2,8	10	≥	3300
Tovar mahsu-loti narxi	Sh. bird.							1000	1200		

Dastlabki ma'lumotlar

## Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar

**5.1-topshiriq** O'simlikchilik va chorvachilik tarmoqlarini optimal uyg'unligini aniqlashning iqtisodiy matematik modelini tuzing: tovar va oziqa uchun don ekinlari, silos uchun makkajo'xori va sut yetishtirish. Ekin maydoni 20 gektar, yaylovlar esa - 30gani tashkil qiladi. Boshqa ma'lumotlar 5.1.4- jadvalda keltirilgan.

**5.2-topshiriq.** Qishloq xo'jalik ishlab chiqarish tarmoqlari uyg'unligining iqtisodiy matematik modelini tuzilsin va kompyuterda simpleks usuli bilan yechilsin. Dastlabki ma'lumotlar 5.1.4- jadvalda keltirilgan.

5.1.4-jadval

Ko'rsatkichlar	O'lchov birligi	Birlik resurs va o'zgaruvchiga sarf qilingan xarajatlar				Re-surslar	
		Don		Silos uchun makka	Yaylov		Yirik shoxli mollar
		Tovar uchun	Ozuqa uchun				
Ekin maydoni	ha					200	
Yaylovlar	ha					300	
Mehnat resurslari	odam k	3,1	3,0	14	40	8000	
Ozuqaga bo'lgan talab	s .o.b.				52		
Ekin maydonidan ozuqa	s .o.b.		-25	-60		450	
Yaylovdan ozuqa	s .o.b.				15		
Mahsulot narxi	Sh. birl.	150			650		

**5.3-topshiriq.** Yerlarni almashtirish (transformatsiyalash) —yer tuzishni loyihalashda Asosiy elementlardan biridir. Yerlarni transformatsiyalashni aniqlovchi cheklanishlar quyidagicha ifodalash mumkin: foydalanilayotgan yerlar maydonlarining yig'indisi qishloq



xo'jalik yerlari va transformatsiyalashga yaroqli ishlatilmayotgan yerlar (butazorlar, quriladigan balchiqli yerlar va h.k) maydonidan oshmasligi kerak.

Qishloq xo'jalik yerlarini transformatsiyalash bo'yicha cheklanishlarni yozish bo'yicha misol 5.1.5-jadvalda keltirilgan.

5.1.1 va 5.1.2-jadvallarda dastlabki ma'lumotlarga o'zgartirish kiriting. 5.1.3-jadvalda: 1) yaylovlar va pichanzorlar bir qismini xaydaladigan yerga transformatsiyalash mumkin. Yaylovdan xaydaladigan yerga transformatsiya qilinadigan maydonni  $x_{13}$  bilan belgilaymiz, pichanzordan haydaladigan yerga esa  $x_{10}$ ;

2) yaylovning bir qismida sug'oriladigan madaniy yaylov (SMYA) hosil qilish loyihalashtirilgan ( $x_{14}$ ) ularning tarkibiga avval ishlatilmagan 50 ga lik butazorlar kiritilishi kerak. Qolgan yaylov va pichanzorlar tavsiya bo'yicha ishlatiladi.

**5.4-topshiriq.** Yerlarni transformatsiya qilish masalasi qo'yilishining ikkinchi varianti. Yerlarni transformatsiyalashning shunday rejasi topilsinki, natijada qishloq-xo'jalik yerlarining har bir gektaridan olinadigan sof foyda maksimal bo'lsin. Yerlarning transformatsiyasi yerlarni bir turdan ikkinchi turiga almashtirilishiga qo'yilgan kapital quyulmalarning iqtisodiy samaradorligini ta'minlashi kerak. Dastlabki ma'lumotlar 5.1.6-jadvalda keltirilgan.

Qo'yilgan kapital quyulmalarning iqtisodiy samaradorligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\sum_{j=1}^n (p_p k_{ij} - d_{ij}) x_j \leq 0, \quad (5.1.9)$$

bu yerda  $k_{ij} - i$ -turdagi yerni  $j$ -turdagi yerga transformatsiyalashga sarf qilingan kapital xarajatlar m.sh. b/ga;

$d_{ij} - i$  -turdagi yerni  $j$ -turdagi yerga transformatsiyalashdan sof foydaning o'sishi m.sh. b/ga;

$x_j$  - transformatsiyalangan  $j$ -turdagi yer hajmini ifodalovchi

o'zgaruvchi, ga;  $p_p$  -qo'yilgan kapital quyulmalarning samara-dorlik koeffitsiyenti.

**5.5-topshiriq.** Yerdan, mehnat resurslaridan, ozuqalarni yetishtirish va uni iste'mol qilish, yetishtirilgan rejadagi tovar mahsulotidan balanslangan foydalanish rejasini ta'minlaydigan almashlab ekish dalalarini tanlashning iqtisodiy-matematik modeli tuzilsin. Dastlabki ma'lumotlar 5.1.7-jadvalda keltirilgan.

Masalani komp'yuterda maxsus ishlab chiqilgan amaliy paket dasturidan foydalanib yechilsin.

Cheklanishlar	Qishloq xo'jalik ekinlari maydoni			Tabiiy yaylovlar	Tabiiy pichanzorlar	SMYA	Haydaladigan yerga transformatsiyalangan maydon		Maydon			Cheklanish turi	Resurslar
	Tovar uchun	Don					Yaylov-dan	Pichan-zor-dan	Hay-daladigan yer	Boshqa yerlar	Q/x yerlari		
		Ozuqa uchun	Makka silos uchun										
Haydaladigan yer	1	1	1				-1	-1				=	2000
Tabiiy yaylovlar				1		1	1					=	300
Tabiiy pichanzorlar					1			1				=	400
Butazorlar						1							
Qishloq-xo'jalik yerlarini transformatsiyasiz:													
Haydaladigan yer	1	1	1						-1			=	0
Tabiiy ozuqa yerlari				1	1	1				1		=	0
Qishloq xo'jalik yerlari	1	1	1	1	1	1					-1	=	0

Qishloq xo'jalik yerlarini transformatsiyalash bo'yicha cheklanishlar, ha

## 5.1.6-jadval

Ko'rsatkichlar	O'lov birligi	Transformatsiyaga xarajatlari		Hosildorlik, s/ha			Mahsulot narxi ming sh. b/s		Ishlab chiqarish xarajatlari		Cheklanish belgilari	Resurslar
		Pul-buyum ming sh. b/ha	Mehnat xarajat odam.-kun/ga	Meva lar	Xashak uchun o'p yillik Ekinlar	Tabiiy yaylovlar	Mehnat odam.-kun/ga	Pul-buyum ming sh. b/ha				
Transformatsiyalana digan yerlar											≤	2100
La'imikor yerlar	ha										≤	150
Yaylovlar	ha										≤	430
Zalej	ha											
Transformatsiyaga xarajatlari:												
Bog'lar	M.sh. b/ha	800	110	80				10	2,1	6		
Sug'oriladigan yerlar	M.sh. b/ha	740	95		70			4	0,3	6		
Laimikor yerlar	M.sh. b/ha	25	10		30			4	0,2	6		
SMYA – sug'mad.yav.	M.sh. b/ha	460	25			300		0,8	0,2	6		
Tabiiy yaylovlar	M.sh. b/ha		1,1			60		0,8	0,1	6		
Transformatsiya uchun qo'shimcha Resurslar:												
Mehnat	odam-kun										≤	50000
Rejalashtirilgan kapital quyulmalar	mln. sh. b										≤	560000
Maqsad funksiya – sof foyda	M.sh. b/ha											

Maqsad funksiya koeffitsiyentlari jadval ma'lumotlari asosida hisoblangan

Dastlabki ma'lumotlar

5.1.7 -jadval

Ko'rsatkichlar	O'ichov birliqi	Ekinlar				Dam berilgan yer
		Don	Qator oralariga ekiluvchi	Bir yillik o'tlar	Ko'p yillik o'tlar	
Haydaladigan yer	ha					
Don	ha	1				
Oraliq ekinlar	ha		1			
Bir yillik o'tlar	ha			1		
Ko'p yillik o'tlar	ha				1	1
Dam berilgan yer	ha					1
↔	ha					
Jami Yetishtirilgan ozuqa -Shu jumladan:	s o.b.	-12,5	-40	-20	-28	
Konsentratlar	s o.b.	-10				
Dag'al	s o.b.	-2,5		-5	-3	
Ko'k	s o.b.			-15	-25	
Sernav	s o.b.		-40			
Mineral o'g'itlarga talab	s	2	4	0,8	1,2	
Mehnat resurslari	odam-kun	3	14	1,5	2	0,7
Yetishtirilgan:						
Don	s	18				
Sut	s					
Mahsulot narxi	sh.birl	210				

Ko'rsatkichlar	O'lov birligi	Almashtirish			YSHM bosh	Mineral o'g'irlarga bo'lgan talab	Mehnat resurslarini jalb qilish	Cheklanish turi	Resurslar
		№1 8-dalalik	№2 6-dalalik	№3 5-dalalik					
Haydaladigan yer	ha	1	1	1				200	
Don	ha	-0,375	-0,332	-0,400				0	
Qator oralariga ishlov berish	ha	-0,125	-0,166	-0,120				0	
Bir yillik ekinlar	ha	-0,125	-0,112	-0,180				0	
Ko'p yillik ekinlar	ha	-0,25	-0,224	-0,20				0	
Dam berilayotgan yer	ha	-0,125	-0,166	-0,10				0	
Jami	ha							240	
yetishtirilgan ozuqa, shu jumladan:	s.o.b.				58,0			0	



### **Tayanch soʻz va iboralar**

Yer tuzish, loyiha, cheklanish, oʻsimlikchilik, chorvachilik, koeffitsiyent, oʻzgaruvchi, qoʻshimcha oʻzgaruvchi, yordamchi oʻzgaruvchi, oʻzgarmas son, ijtimoiy, iqtisodiy, ekologik, resurs.

### **Savollar**

1. Yer tuzishda iqtisodiy-matematik modellashtirish asosini nima tashkil qiladi?
2. Matematik modellashtirish bosqichlarini tushuntirib bering.
3. Modeldagi koeffitsiyentlar nimani bildiradi?
4. Modeldagi oʻzgaruvchilar nimani bildiradi?
5. Modeldagi oʻzgarmas sonlar nimani aks ettiradi?
6. Maqsad funksiya oldidagi koeffitsiyentlar nimani bildiradi?
7. Asosiy, qoʻshimcha va yordamchi oʻzgaruvchilar nimani ifodalaydi?
8. Modelda qatnashadigan oʻzgaruvchilar turlarini ayting.



## VI BOB. IKKILANGAN BAHO ASOSIDA IQTISODIY- MATEMATIK TAHLIL QILISH

### 6.1. Ikkilangan masalaning qo'yilishi

Yer tuzish loyihalarida cheklangan yer, mehnat, pul-buyum resurslari va ishlab chiqarish fondlaridan yuqori iqtisodiy samara olish zarur. Bu yerda optimizatsiyan masalalarni iqtisodiy-matematik tahlil qilish muhim ahamiyatga ega. Asosiy e'tibor resurslardan samarali foydalanishga qaratiladi.

Ikkilangan, baho asosida resurslarni bir-birlikka oshirish yoki kamaytirish orqali maqsad funksiya qiymatini o'zgartirish mumkin. Har qanday chiziqli dasturlashtrish masalasiga, unga o'zaro ikki yoqlama bo'lgan boshqa bir chiziqli dasturlash masalasi to'g'ri keladi. Berilgan to'g'ri masala bilan unga nisbatan ikkilangan baho bo'lgan masala o'rtasida bevosita bog'lanish bor, ya'ni birining yechimidan ikkinchisini yechimini topish mumkin. Berilgan to'g'ri masala va unga nisbatan o'zaro ikkilangan baho bo'lgan masala ham biron-bir iqtisodiy jarayonni ifoda etadi.

Masalan, resurslardan foydalanish masalasini ko'rib o'taylik. Biror bir korxonada miqdori  $b_i (i = 1, m)$  birlikka teng bo'lgan  $m$  xil resurslarga ega bo'lib, bu resurslardan  $n$  xil mahsulot ishlab chiqarish uchun foydalanadigan bo'lsin:  $j$  birlik mahsulot ishlab chiqarish uchun  $i$  xildagi resursdan  $a_{ij}$  birlik sarflansin. Mahsulot birligining narxi  $c_j$  birlikka teng bo'lsin. Korxonaning eng ko'p daromad olish masalasini ta'minlaydigan rejasini tuzishning matematik modeli qurilsin.  $j$ -turdagi mahsulot birligining miqdorini  $x_j$  bilan belgilasak, qo'yilgan masalaning matematik modeli quyidagicha bo'ladi:

Maqsad funksiya  $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \rightarrow \max$  (1)  
va cheklanish tengsizliklari

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{j1}x_j + \dots + a_{m1}x_n \leq b_1 \\ a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{j2}x_j + \dots + a_{m2}x_n \leq b_2 \\ \dots \dots \dots \\ a_{1j}x_1 + a_{2j}x_2 + \dots + a_{jj}x_j + \dots + a_{mj}x_n \leq b_j \\ \dots \dots \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mj}x_j + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{array} \right.$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_j \geq 0, x_n \geq 0.$$

Endi (1)-(2) masalaga ikkilangan bo'lgan masalaning matematik modelini kuramiz. Buning uchun  $U_1, U_2, U_3, \dots, U_i, \dots, U_m$  orqali  $i$  - turdagi resurs birligining narxini belgilaymiz. U holda sarf qilingan umumiy resursning narxi  $Z_1 = b_1u_1 + b_2u_2 + \dots + b_mu_m \rightarrow \min$  bo'ladi. (3)

Har bir  $j$  - birlik mahsulot ishlab chiqarish uchun sarf bo'lgan resursning narxi, ishlab chiqarilgan mahsulot narxidan oshib ketmasligi kerak.

Masalaning matematik modeli:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}u_1 + a_{21}u_2 + \dots + a_{i1}u_i + \dots + a_{m1}u_m \geq c_1 \\ a_{12}u_1 + a_{22}u_2 + \dots + a_{i2}u_i + \dots + a_{m2}u_m \geq c_2 \\ \dots \dots \dots \\ a_{1i}u_1 + a_{2i}u_2 + \dots + a_{ii}u_i + \dots + a_{mi}u_m \geq c_j \\ \dots \dots \dots \\ a_{1n}u_1 + a_{2n}u_2 + \dots + a_{in}u_i + \dots + a_{mn}u_m \geq c_n \end{array} \right. \quad (4)$$

Bu (3)-(4) masalani quyidagicha talqin qilish mumkin: miqdori  $b_i$  ga teng bo'lib, mahsulot birligining narxi  $c_j$  ga teng bo'lganda resurs birligining narxi  $u_i$  i umumiy sarf eng kam bo'ladigan qilib tanlash kerak. Boshqacha aytganda (3) funksiyaning (4) cheklanish shartlarini qanoatlantiradigan eng kichik qiymati topilsin.

To'g'ri va ikkilamchi masalalarni taqqoslasak, ular uchun ushbu umumiylikni ko'rish mumkin:

1). To'g'ri masalada funksional maksimumga intilsa, ikkilamchi masalada esa minimumga intiladi.

2). To'g'ri masalaning barcha shartlari kichik yoki teng ( $\leq$ ), ikkilamchisidiki esa katta yoki teng ( $\geq$ ) belgisi bilan ifodalanadi.

3). To'g'ri masalada ita noma'lum va ita cheklanish sistemasi mavjud bo'lsa, ikkilamchi masalada ita noma'lum va ita cheklanishlar bo'ladi.

4). To'g'ri masalaning ozod hadlari ikkilamchi masalada maqsad funksiyani koeffitsiyentlari sifatida qatnashsa, ikkilamchi masalaning ozod hadlari to'g'ri masalaning funksionalida koeffitsiyent bo'lib qatnashadi.

5). Ikkala masaladagi tengsizliklar koeffitsiyentlaridan tuzilgan matritsalar o'zaro transponirlangan bo'lib, birining satrlari ikkinchisining ustuni kabitir.

**6.1.1- misol.** Xo'jalikda 100 ha yaylovni o'zlashtirish kerak. Buning uchun xo'jalik 9000 sh.birlik pul va 350 odam-kun ajratgan. Iga yerni yuzaki o'zlashtirish uchun 20 sh.birlik miqdorida moddiy pul vositalari, tubdan o'zlashtirish uchun esa 100 birlik pul xarajat qilinadi, qo'shimcha mehnat xarajatlari esa mos ravishda 0,5 va 4 odam kunni tashkil etadi.

Maqsad funksiyaning koeffitsiyenti sifatida Iga yerni yuzaki o'zlashtirishdan olinadigan 100 s tubdan o'zlashtirishdan olinadigan 300 s ozuqani olish mumkin. Turli o'zlashtirish yo'llaridan foydalanib, maksimal miqdorda ozuqa olish yo'llarini topish kerak.

$x_1$  orqali yuzaki o'zlashtiriladigan yerlarini,  $x_2$  orqali tubdan o'zlashtiriladigan yerlarni belgilaymiz.

Avvalo, to'g'ri masalaning iqtisodiy—matematik modelini tuzamiz.  
Maqsad funksiya

$$Z = 100x_1 + 300x_2 \rightarrow \max$$

Cheklanishlar:

Ekin maydoni bo'yicha

$$x_1 + x_2 \leq 100$$

Pul-buyum vositalari bo'yicha

$$20x_1 + 100x_2 \leq 9000$$

Qo'shimcha mehnat sarflari bo'yicha

$$0,5x_1 + 4x_2 \leq 350$$

manfiy bo'lmaslik sharti

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

To'g'ri masalaning dastlabki simpleks jadvali.

6.1.1. - jadval

№	Bazis o'zgaruvchi	$C_i$	Resurs hajmi	100	300	0	0	0
				$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	$X_3$	0	100	1	1	1	0	0
2	$X_4$	0	9000	20	100	0	1	0
3	$X_5$	0	350	0,5	4	0	0	0
m+1	$Z_j - C_i$		0	-100	-300	0	0	0

Bazis o'zgaruvchi ( $x$ ), resurs hajmi ( $b$ ), ( $a$ ) o'zgaruvchilar oldidagi texnik-iqtisodiy koeffitsiyentlar, ( $c$ ) maqsad funksiyaning koeffitsiyentlaridan iborat. Yechish jarayonida simpleks jadvalining barcha ko'rsatgichlari o'zining son qiymati va iqtisodiy manosini o'zgartiradi. Bazis bo'lmagan o'zgaruvchilar oldidagi koeffitsiyent ishlab chiqarish resurslarining sarf qilinish normasidan o'rnini bosish koeffitsiyentiga aylanadi, Bu koeffitsiyent kelgusida optimal yechimni iqtisodiy tahlil qilishda va uni tuzatishda ishlatiladi. Ishlab chiqarish resurslari, ularni iste'mol qilish me'yoriga qarab mahsulotni ishlab chiqarishda asosiy bazis o'zgaruvchining qiymati bo'lib qoladi, bu o'z navbatida ishlab chiqarish hajmi, qo'shimcha o'zgaruvchilarning hisoblanganiga teng.

Yechim natijalari quyidagi oxirgi simpleks jadvalida keltirilgan

Oxirgi simpleks jadval

6.1.2-jadval

№	Bazis o'zgaruvchi	$C_i$ baxosi	Resurslar xajmi $a_{io}$	100	300	0	0	0
				$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	$X_1$	100	14.285	1	0	1.143	0	-0.286
2	$X_4$	0	142.862	0	0	-8.570	1	22.857
3	$X_2$	300	85.862	0	1	-0.143	0	0.286
m+1	$Z_j - C_i$		27142.7	0	0	71.4	0	57.151

100 ha yaylovda 14.3 ha yerni sirdan va 87.5 ha yerni tubdan o'zlashtirish kerak ekan. Bunday holda mehnat resurslari to'liq ishlatilayapti. Pul-buyum vositalari esa to'liq ishlatilmasdan 142.8 birlik ortib qolayapti. Yetishtirilgan ko'k ozuqaning miqdori 27170 s bo'layapti.

Optimal reja bo'yicha  $U_1 = 71.4$  va  $U_2 = 57.151$  larni hosil qildik. O'zgaruvchilarning bu qiymatlari ikkilangan masalaning shartlarini qanoatlantiradi. Bularni dastlabki tengsizliklarga qo'yib tekshirib ko'rish mumkin:

$$71.4 + 0.5 \cdot 57.151 = 100$$

$$74.4 + 4 \cdot 57.151 = 300$$

Endi ikkilangan masalaning iqtisodiy-matematik modelini tuzamiz. Buning uchun  $U_1, U_2, U_3$  orqali mos ravishda erdan foydalanish, pul-buyum vositalari va mehnat resurslari bahosini belgilaymiz.

U holda maqsad funksiya:  $100U_1 + 900U_2 + 350U_3 \rightarrow \min$   
 cheklanish tengsizliklari;

$$U + 20U + 0,5U \geq 100$$

$$U + 100U + 4U \geq 300$$

$$U_1 \geq 0, U_2 \geq 0, U_3 \geq 0$$

Ikkilangan masalaning dastlabki simpleks jadvali

6.1.3-jadval

№	Bazis o'zgaruvchi	$C_i$ bahosi	Resurs - lar xajmi $a_{i0}$	Bazis bo'lmagan o'zgaruvchilar						
				$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$Y_1$	$Y_2$
1	$Y_1$		100	1	20	0.5	-1	0	1	0
2	$Y_2$		300	1	100	4	0	-1	0	1
M+1	$Z_1 - C_1$		0	-100	-9000	-350	0	0	0	0

Oxirgi simpleks jadval

6.1.4-jadval

№	Bazis o'zgaruvchi	$C_i$ bahosi	Resurslar xajmi $a_{i0}$	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$
1	$U_1$	100	71.4	1	-8.57	0	1.143	-0.143
2	$U_3$	350	57.151	0	22.857	1	0.286	0.286
m+1	$Z_1 - C_1$		27142.7	0	142.86	0	14.28	85.714

Maqsad funksiya to'g'ri masalaning maqsad funksiyasining maksimum qiymatiga teng bo'lgan minimum qiymatini qabul qildi. To'g'ri va ikkilangan masalalarning oxirgi simpleks jadvalidan ko'rinib turibdiki, bular bir xil ma'lumotlardan iborat. Demak, ikkilangan masalani alohida yechishga ehtiyoj yo'q.  $(m+1)$  qatorning bazis

bo'lmagan o'zgaruvchilari  $x_3$  oldidagi koeffitsiyentlar ikkilangan masalaning  $U_1$  va  $U_2$  bazis o'zgaruvchilari qiymatiga teng. Ikkilangan baho shuni ko'rsatadiki, zaxiradagi mos resurslarni bir birlikka o'zgartirish bilan maqsad funksiyaning qiymati o'zgarar ekan.  $a_{ij}$  o'rnini bosish koeffitsiyentlari va oxirgi simpleks jadvalni ikkilangan bahosi boshlang'ich shartlarni o'zgarishi bilan optimal yechimning ham o'zgarishini ko'rsatadi (6.1.2-jadval). Sirtan o'zlashtiriladigan yaylovda hosildorlikni 100 dan to 120 s/ha gacha o'sishi bilan maqsad funksiyaning qiymati 27428 s gacha o'zgaradi, Bu holda to'g'ri masalaning cheklanishlari va optimal yechim xuddi shunday o'zgarimasdan qoladi. Ikkilangan masalada esa yaylovni sirtan o'zlashtirish bahosida bitta cheklanish o'zgaradi:

$$U_1 + 20U_2 + 0.5U_3 \geq 100$$

$$U_1 + 20U_2 + 0.5U_3 \geq 120.$$

o'rniga bo'ladi.

Resursning minimal narxi maksimum foyda bilan mos keladi. Ikkilangan masalaning yechimlari natijasini (6.1.4- jadval) o'zgargan cheklanishga qo'ysak, yaylovdan foydalanish bahosi  $U_1$  ning yangi qiymatini hosil qilamiz.

$$U_1 + 20.0 + 0.5 * 57.151 = 120$$

$U_1 = 91.4$ , ya'ni sirtan o'zlashtirilgan yaylovda hosildorlikni oshishi orqali birlik cheklangan resurs 1 ha yaylov maydonini bahosining oshishiga olib keladi. Tubdan o'zlashtirishda hosildorlikni 400 s/ga ga oshirish paytida cheklangan resurs — mehnat resurslari hisoblanadi. U holda mehnat resurslari bahosi  $U_3 = 082,2$  ga teng bo'ladi.

$$71.4 + 100.0 + 4U_3 = 400, U_3 = 82,2$$

$$U_3 = 82.2$$

Bundan kelib chiqadiki ikkilangan baho tizimi maqsad funksiya koeffitsiyentlarining o'zgarishiga sezilarli ta'sir ko'rsatar ekan, lekin aniq chegarada.

Ikkilangan baho resurs hajmini o'zgarishiga ma'lum miqdorda barqarorlikka egadir. Misol uchun o'zlashtiriladigan yaylovni miqdorini 110 ha ga o'zgartirsak,

$$x_1 + x_2 \leq 110$$

$$20x_1 + 100x_2 \leq 9000$$

$$0.5x_1 + 4x_2 \leq 350$$

o'zgarigan cheklanish sistemasini hosil qilamiz.

Bu tenglamalar sistemasini yechsak  $x_1 = 25,7$  ga  $x_2 = 84,3$  ha hosil bo'ladi. O'zlashtiriladigan yaylov maydonini o'zlashtirish bilan yangi optimal yechimni hosil qildik, ya'ni o'zlashtirilgan yaylovda yetishtirilgan ozuqaning miqdori 27857 ts ga oshadi. Ikkilangan baho sistemasi avvalgicha qoladi.

Har qaysi ikkilangan masalalar formal ravishda chiziqli dasturlash masalasining mustaqil masalalari hisoblanadi — ular alohida yechilishi mumkin. Bu holda birini yechish ikkinchisini yechimiga olib keladi.

## 6.2. Ikkilangan masalaning optimal yechimni yangilashda ishlatilishi

Ikkilangan baho — iqtisodiy-matematik taxlilning asosiy vositalaridan biri bo'lib hisoblanadi. Tahlilning vazifasi, shunday shartni qidirish kerakki, natijada dastlabki ma'lumotlarni nisbatan o'zgartirish orqali olingan yechimning optimalligini saqlab qolishdir, chunki cheklangan resurslarning ikkilangan bahosi maqsad funksiya koeffitsiyentlarini o'zgarishiga resurs xajmiga nisbatan judayam ta'sirchandır.

Iqtisodiy -matematik tahlil jarayonida masalaning bir necha yechimlar variantini hosil qilish, dastlabki ma'lumotlarning xatosini topish, yer yoki boshqa resurslardan foydalanish samaradorligini oshiruvchi loyihaning qo'shimcha shartlarini o'rganish, olingan yechimning iqtisodiy samaradorligini qidirish (tadqiqot qilish) mumkin.

Optimal yechimni iqtisodiy -matematik tahlil qilishning asosiy vositasi resurslardan foydalanishning samaradorligini ifodalovchi va berilgan nisbiy kriteriyadagi bir-birining o'rnini bosuvchi resurslarni xarakterlovchi bazis bo'lmagan o'zgaruvchilar koeffitsiyentini ikkilangan baholashdan iboratdir.

Yuqorida qaralgan misolda  $U_1$  va  $U_3$  o'zgaruvchilar cheklangan yer va mehnat resurslaridan foydalanish bahosini ifodalaydi. 100 ha yerdan 14,3 ga pichanzorni sirtidan o'zlashtirish, 85,7 ha erni esa tubdan o'zlashtirish maqsadga muvofiq bo'lib, bunga ajratilgan mehnat resurslari to'liq ishlatilgan. Pul-buyum resurslari/esa to'liq

ishlatilmagan. Optimal yechimda ular ko'pchilikni tashkil qilganligi uchun ular bahosi nolga teng. Pul-buyum vositalarining yanada oshishi ko'k ozuqani etishtirishning optimal rejasiga ta'sir qilmaydi. O'zlashtirilgan pichanzorlar maydonini 1 ha ( $x_3$ ) ga oshirish orqali ko'k ozuqa etishtirish esa 71,4 ts ga oshadi pichanzorlar maydonini sirtidan o'zlashtirish  $x_1$  ni 1,143 ha oshirish orqali tubdan o'zlashtirish ( $x_2$ ) 0,143 ga kamayadi.  $x_2$  ni 0,143 ha ga kamaytirish orqali mehnat resurslari 0,572 odam kuniga qisqarib ( $0,143 \cdot 4$ ), ularni 1,143 ha ( $1,14 \cdot 0,5 = 0,572$  odam-kun) maydondagi sirtidan o'zlashtirishda qo'shimcha ishlarga jalb qilish mumkin.

Bundan kelib chiqadiki, ikkilangan baho 71,4 — bu pichanzorlardan samarali foydalanish bahosidir. Bu, agar pichanzorlar maydoni lga ga oshganda, maqsad funksiya qiymati qanchaga oshishini ko'rsatadi.

O'zlashtirish maydonini (100ga) yana lga o'zgartirish orqali 6.1.2-jadvaldagi  $x_3$  (+1,143; -8,570; -0,143) bazis bo'lmagan o'zgaruvchilar oldidagi koeffitsiyentlari ( $x_1$  va  $x_2$ ) turli xildagi pichanzorlar maydonining o'zgarishini, to'liq ishlatilmagan pul-buyum vositalari ( $x_4$ )ning qiymatini ifodalaydi.

Mehnat resurslarini 1 odam-kuniga oshirish orqali ham optimal yechim o'zgaradi.  $x_5$  (6.1.4-jadval) ustun o'zgaruvchilari shuni ko'rsatadiki, mehnat resurslari fondini oshirish orqali 0,286 ga maydonda tubdan o'zlashtirish va shuncha maydonda sirtidan o'zlashtirishni kamaytirish maqsadga muvofiqdir. To'liq ishlatilmagan pul-buyum vositalariri 22,855 ga qisqaradi [ $20 \cdot (-0,286) + 100 \cdot 0,286$ ]. Maqsad funksiyaning qiymati 57,151 s ko'k ozuqani tashkil qiladi. 57,151 — bu ko'k ozuqani yetishtirishning optimal rejasini tuzishdagi mehnat resurslarining samaradorligining bahosidir.

Biroq ikkilangan baho resurs hajmining barcha o'zgarishlari emas, balki ayrim o'zgarishlari samarasi to'g'risida gap yuritadi. O'zgarishlar jiddiy bo'lganda baholash o'zgacha bo'lib qolishi mumkin. Shuning uchun ikkilangan baho optimal rejada o'zgaruvchilarning manfiymasligi shartini buzmaydigan o'zgarish chegarasida va masalaning ma'lum shartlarida resurs hajmlari aylanishi kam samaradorligini o'lchaydi. Turli resurslarning o'sishi bir xil samaradorlik bermaydi va ikkilangan baho ishlab chiqarish samaradorligi oshishini ushlab turuvchi nozik joylarni ko'rsatishga imkon beradi va qanday resurslar eng taqchil, qaysilari taqchilroq, qaysilari taqchil emasligini ko'rsatib beradi.

Bizning misolimizda pichanzorlarni o'zlashtirish usulini tanlashda



ular maydoninig 1ha o'sishi ko'k ozuqaning 71,4 s ga oshishiga, mehnat resurslarining 1 odam-kuniga oshishi 57,2 s ga, pul-buyum vositalarining ko'payishidan o'sish bo'lmashligini ko'rsatadi.

O'tkazilgan tahlil asosida quyidagi xulosa kelib chiqadi: ko'k ozuqani yetishtirishni ko'paytirish uchun pichanzorlarni sirtidan o'zlashtirishga ko'proq e'tibor berish kerak ekan, chunki tubdan o'zlashtirish ko'p samara bermaydi.

### 6.3. Iqtisodiy-matematik masalalarni oxirgi simpleks jadval asosida yechish

Agar loyihani o'zgartirish talab qilinsa, ikkilangan baho va bir-birining o'rnini bosuvchi koeffitsiyentlar hosil qilingan yechimga ham o'zgartirish kiritishga yordam beradi. Optimal rejani o'zgartirish quyidagi hollarda mumkin bo'ladi: bazis yechimga kirgan o'zgaruvchining qiymati oshib borganda, bazisga bazis bo'lmagan, asosiy yoki qo'shimcha o'zgaruvchilar kiritilganda.

Kiritiladigan o'zgarishlar bazis o'zgaruvchilar qiymatlarining o'zgarishiga olib keladi. Ular bazis o'zgaruvchilarga kiritilgan bir-birining o'rnini bosuvchi koeffitsiyentlarning ko'paytmasi qiymatiga teng bo'lgan miqdorga o'zgaradi, lekin bu holda bir-birining o'rnini bosuvchi koeffitsiyentlarning ishorasini hisobga olish kerak. Agar bir birining o'rnini bosuvchi koeffitsiyentlar ishorasi musbat bo'lsa, bazis o'zgaruvchilari qiymati kamayadi, manfiy bo'lsa oshadi. Kiritiladigan o'zgartirishlar soni o'zgaruvchilar sonidan oshmasligi kerak, aks holda chiziqli dasturlash masalasidagi o'zgaruvchilarning manfiy bo'lmashlik sharti ( $x_j \geq 0$ ) buziladi. Bazis yechimga kiruvchi asosiy o'zgaruvchilar qiymati optimal yoki uni o'zgartirishdan keyin musbat bo'lishi kerak. Qo'shimcha o'zgaruvchilar uchun manfiy bo'lmashlik talabi shart emas. Qo'shimcha o'zgaruvchining manfiylik qiymati mavjud resursning yetishmasligini bildiradi.

Resurslar o'zgartirilmaganda bazisga kiruvchi o'zgaruvchilarning maksimal mumkin bo'lgan qiymati bazis o'zgaruvchilarning eng kichik bo'linmasiga va mos bir-birining o'rnini bosuvchi koeffitsiyentlarga teng bo'lib ularning kiritilishi bazis o'zgaruvchilar qiymatini kamaytiradi.

**6.3.1-masala.** 200 ha xaydaladigan yerga ikkita ekinni —sotiladigan bug'doy va yem-xashak uchun arpani joylashtirish kerak. Bug'doy hosildorligi 10 s/ha, arpaniki - 20 s/ha. Bu ekinlarni yetishtirish uchun sarf qilinadigan mehnat resurslari 1250 odam-kun,

mexanizatsiya bilan bajariladigan ish — 250 odam-kun. 1 s bug'doyni yetishtirish uchun qo'lda bajariladigan va mexanizatsiya yordamida bajariladigan ishlar mos ravishda 0,3 va 0,6 odam-kun, arpa uchun — 0,4 va 0,03 odam-kunga teng. 1 s bug'doy narxi - 7 ming sh. b, arpa esa to'lig'icha mollarga em-xashak uchun ketadi.

Yalpi bug'doy etishtirishni  $x_1$ , arpani —  $x_2$  deb belgilaymiz. Bug'doy va arpa ekinlarining shunday optimal maydonlarini topish kerakki natijada tovar mahsulotining narxi maksimal bo'lsin.

Maqsad funksiya:

$$Z = 7x_1 \rightarrow \min:$$

Shartlar:

1) yerdan foydalanish bo'yicha

$$0.1x_1 + 0.05x_2 \leq 2000;$$

2) mexanizatsiya vositalariga bo'lgan talabning qondirilishi bo'yicha:

$$0,6 x_1 + 0,3 x_2 \leq 250;$$

3) ishchi kuchlariga bo'lgan talabning qondirilishi bo'yicha:

$$0,3 x_1 + 0,4 x_2 \leq 1250;$$

4) o'zgaruvchilarning manfiy bo'lmalik sharti:

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

Masala modeli yechimining birinchi va oxirgi simpleks jadvalini (6.3.1, 6.3.2-jadvallar) keltiramiz.

### Birinchi simpleks jadval

6.3.1-jadval

№	Bazis o'zgaruvchilar	$C_j$ bahosi	Resurslar hajmi $a_{io}$	Bazis bo'lmagan o'zgaruvchilar				
				$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	$x_3$	0	200	0,1	0,05	1	0	0
2	$x_4$	0	250	0,06	0,03	0	1	0
3	$x_5$	0	1250	0,3	0,4	0	0	1
	$Z_j - c_j$		0	7	0	0	0	0

## Oxirgi simpleks jadval

6.3.2-jadval

№	Bazis o'zgaruvchilar e	$C_i$ bahosi	Pesurslar hajmi $a_{io}$	Bazis bo'lmagan o'zgaruvchilar				
				$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	$x_1$	7	2000	1	0,5	10	0	0,
2	$x_4$	0	130	0	0	-0,6	1	0
3	$x_5$	0	650	0	0,25	-3	0	1
	$Z_j-c_j$		14000	0	3,5	70	1	0

6.3.2-jadvalni tahlil qilish orqali 200ha ( $x_1$ ), yerni bug'doy yetishtirishda foydalanish uchun ajratish maqsadga muvofiq bo'lib ( $x_1$ ),  $y$  holda mexanizatsiya vositalari ( $x_4$ ) va mehnat resurslari ( $x_5$ ) to'liq ishlatilmasdan qoladi.

6.3.3-jadval

Bazis o'zgaruvchilar	Bazis o'zgaruvchilar qiymati	$x_2$ o'zgaruvchi oldidagi koeffitsiyent	$x_2$ oldidagi koeffitsiyentni 1000 ts ga ko'paytirish	$x_2$ — arpa hosildorligini 1000 s ga oshirish uchun optimal rejaning hisoblangan varianti
$x_1$	2000	0,5	500	2000-(+500) =1500
$x_4$	130	0	0	130
$x_5$	650	-0,25	-250	650 - (-250) =900
$x_2$	0	-1	-1000	0-(-1000) =1000
$Z_j-c_j$	14000	3,5	3500	14000 - (13500) =10500

Yechimda  $x_2$  — ozuqa uchun donni anglatuvchi o'zgaruvchi qatnashmaydi, ammo mollarni oziqlantirishda manba bo'lib xizmat qiluvchi donlardan ( $x_2$ ) konsentratsiya tayyorlash maqsadga muvofiq bo'lardi. Hosil qilingan yechimni yangilash uchun taxmin qilingan

o'zgarishlarning mumkin bo'lgan chegarasini o'rnatamiz  $2000 : 0,5 = 4000$ ,  $650:0,25=2600$ .

Eng kichik bo'linuvchi 2600. Aytaylik, mollarni oziqlantirish uchun 1000 s konsentratlar talab qilinadi. Hisob-kitob qilish uslubi 6.3.3.-jadvalda keltirilgan. Agar yechimga  $x_2 = 1000$  s o'zgaruvchini kiritsak, tovar uchun don etishtirish va tovar mahsulot narxi pasayadi, to'liq ishlatilmagan qo'l mehnati oshadi.

Ozuqa uchun donga talabni hisobga olgan holda yangilangan optimal yechim. ( $x_2 = 1000$  s)

### Mustaqil ish uchun topshiriq

**6.1 topshiriq.** 6.1.2-jadvaldan foydalanib, quyidagilarni bajarish kerak:

1)  $x_3$  va  $x_5$  bazis bo'lmagan o'zgaruvchilar ikkilangan bahosini xarakterlab bering;

2) oxirgi simpleks jadval koeffitsiyentlaridan foydalanib, optimal yechimga qo'shimcha 20 ga yaylovlarni o'zlashtirish va mehnat resurslarini 50 odam-kuniga qo'shimcha ko'paytirish;

3) qaysi resurslarni qo'shimcha jalb qilish varianti ko'k ozuqani ko'paytirishga xizmat qilishini ko'rsating.

4) pul-buyum vositalarini 300ga oshirishdan yaylovni o'zlashtirishning qaysi usuli ko'k ozuqa miqdorini oshirishga yordam beradi.

**6.2-topshiriq.** 6.3.2 –simpleks jadval asosida haydaladigan yer maydonini 200ga oshirish orqali optimal yechim o'zgarish variantlarini hisoblang: 1) bu holda qo'lda va mexanizatsiya yordamida bajariladigan mehnatdan qanday foydalaniladi; 2) yechimga bir vaqtning o'zida  $x_2$  va  $x_3$  o'zgaruvchilarni kiritish orqali oxirgi simpleks jadvaldan foydalanib optimal yechimni o'zgartiring.

Kompyuterda ikkilangan masalalarning simpleks jadvalini hosil qilish uchun maxsus ishlab chiqilgan «ITЭP» amaliy dasturlar paketidan foydalanish mumkin.

**6.3-topshiriq.** Quyida berilgan to'g'ri masalalarga ularga ikkilangan masalaning matematik modelini tuzing va ularni sun'iy bazis usuli bilan yeching:

$$1. Z = x_1 - 3x_2 \rightarrow \max \begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \leq 6 \\ -x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$2. Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max \begin{cases} x_1 + x_2 \leq 12 \\ x_1 - x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$3. Z = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 12 \\ 2x_1 - x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Kompyuterda ikkilangan masalalarning simpleks jadvlini hosil qilish uchun maxsus ishlab chiqilgan "ПЭР" amaliy dasturlar paketidan foydalanish mumkin.

### **Tayanch soʻz va iboralar**

Iqtisodiy-matematik tahlil, ikkilangan, toʻgʻri masala, ikkilangan masala, oxirgi simpleks jadval, resurslar bahosi, resurslardan foydalanish samaradorligi.

### **Savollar**

1. Ikkilangan masala tushunchasi.
2. Ikkilangan masalaning qoʻyilishini ifodalang.
3. Toʻgʻri masala nimani aks ettiradi?
4. Ikkilangan masala nimani aks ettiradi?
5. Optimal yechimni oʻzgartirishda ikkilangan masalani ishlatilishini tushuntiring.
6. Oxirgi simpleks jadvaldan foydalanib, iqtisodiy masalani yechish yoʻlini tushuntiring.
7. Toʻgʻri masala va ikkilamchi masalada maqsad funksiya qiymati.
8. Toʻgʻri masala va ikkilamchi masalani solishtirish yoʻli.

## **VII BOB. IQTISODIY-STATISTIK MODELLASHTIRISH VA ISHLAB CHIQRISH FUNKSIYALARI**

### **7.1. Modellashtirishni informatsiya bilan ta'minlash**

Umuman yer tuzish, yer fondini maqsadga muvofiq, konfiguratsiyasi bo'yicha to'g'ri taqsimlashga va erdan foydalanish ko'lami bo'yicha ratsional shakllantirishga qaratilgan hamda erdan foydalanishdagi, yerlarni xo'jaliklar o'rtasida qayta taqsimlashdagi mavjud kamchiliklarni, bartaraf etishga qaratilgan.

Demak, yer tuzishda qishloq xo'jalik mahsulotlariga bo'lgan talabni qondirish uchun resurslardan (yer, mehnat, pul-buyum) oqilona foydalanishni tashkil qiladigan tizimlar yaratish iqtisodiy matematik modellar asosini tashkil qiladi.

Tizimlar yaratish esa axborot ta'minoti bilan uzviy bog'langandir. Shuning uchun er tuzish axborotlarini yig'ish, ular orqali xo'jaliklar resurslaridan foydalanishni prognoz qilish, iqtisodiy - matematik modelning matritsasini to'ldirish va ular yechimini EHM larda amalga oshirish muhim ahamiyat kasb etadi. Shuning uchun yer tuzish axborotlari aniq, o'z vaqtida olingan, to'liq bo'lishi shart. Ayrim olingan va tasodifiy axborotlardan foydalanish maqsadga muvofiq emas. Qaralayotgan barcha omillarni birgalikda olib qarash kerak.

Matematik dasturlash axborotni taqdim qilish shakli uchun ma'lum bir talablarni qo'yadi va buning natijasida yer tuzish axborotidan kelajakda foydalanish qulay bo'lsin.

Buning uchun ishlab chiqarish funksiyalaridan foydalaniladi.

Yer tuzish axborotlari quyidagi turlardan iborat: hisobot, loyiha-reja ko'rinishidagi, normativ, o'zgarib turuvchi, ilmiy.

**Hisobot ko'rinishidagi** axborotlar o'rganilayotgan obyektlarni yer va ishlab chiqarish resurslari bilan ta'minlashga xizmat qiladi. Bu ko'rinishdagi axborotlarni xo'jaliklar yillik hisobotlaridan olish mumkin.

**Loyiha-reja ko'rinishidagi** axborotlar matematik modellarni tuzishda qo'llaniladigan reja va loyihalardagi axborotlardir. Bularni

xo'jaliklarning iqtisodiy va ijtimoiy rivojlantirish istiqbol rejalaridan olish mumkin.

**Normativ (doimiy) axborotlar.** Bular mehnatni sarf qilish normativlari, ishlab chiqarilgan birlik mahsulotga sarf qilingan pul-buyum vositalariga va iqtisodiy-texnik koeffitsiyentlarni hisoblashda ishlatiladi.

**O'zgaruvchan axborotlar.** Bular matematik modellarni amalga oshirishda olinadigan yangi ma'lumotlardir.

**Ilmiy axborotlar.** Yangiliklarni o'rganishdan, ilmiy hisobotlardan, ma'ruzalardan olish mumkin.

Optimallashtiruvchi iqtisodiy-matematik masalalarni yechish uchun maxsus masalaning matritsasi deb ataluvchi axborotli jadval tuzilib, unda turli xildagi koeffitsiyentlar ma'lum tizim bo'yicha joylashgan.

Masalaning matritsasi chizmasi 7.1.1-jadvalda keltirilgan.

Masalaning matritsasidagi axborotlar quyidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan:  $a_{ij}$  texnik-iqtisodiy koeffitsiyentlar,  $b_j$  resurs xajmi,  $s_j$  maqsad funksiya koeffitsiyentlaridan iboratdir. Matritsaning chap tomonida joylashgan va modellashtirilayotgan ob'ekt to'g'risidagi axborotlardan iborat bo'lgan koeffitsiyentlar texnik-iqtisodiy koeffitsiyentlar deb ataladi. Qo'llanilishiga qarab ular normativ, proporsionallik koeffitsiyenti va bog'lovchi koeffitsiyentlarga bo'linadi.

7.1.1-jadval

Cheklanishlar №	x, oldidagi texnik-iqtisodiy koeffitsiyentlar				Cheklanish turi	Resurs hajmi $b_j$
	1	2	j	n		
1	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{1j}$	$a_{1n}$	$\geq$	$b_1$
2	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{2j}$	$a_{2n}$	$<$	$b_2$
i	$a_{i1}$	$a_{i2}$	$a_{ij}$	$a_{in}$	$=$	$b_i$
t	$a_{m1}$	$a_{m2}$	$a_{mj}$	$a_{mn}$	$=$	$b_m$
Maqsad funksiya koeffitsiyentlari	$c_1$	$c_2$	$c_j$	$c_n$	$\rightarrow$	$min$ (max)

## Optimallashtiruvchi iqtisodiy-matematik masalaning matritsasi chizmasi

*Normativ* koeffitsiyentlar iqtisodiy tarkibiga ko'ra, o'z navbatida xarajatlar darajasi koeffitsiyentlariga va mahsulot ishlab chiqarish darajasi koeffitsiyentlariga bo'linadi. Xarajatlar darajasi koeffitsiyentlari o'zlarida, birlik mahsulotni etishtirish uchun sarf qilingan turli xildagi resurslar normasini, aks ettiradi.

Ular hisobining asosini texnologik kartalar, shuningdek, ishlab chiqarish funksiyalarini qo'llash orqali hosil qilingan amaldagi yoki istiqboldagi xarajatlar tashkil qiladi. Ishlab chiqarish darajasi koeffitsiyentlari texnologik kartalar asosida ishlab chiqiladi va shuningdek, matematik statistika usullaridan foydalanib hisobot ma'lumotlarini qaytaishlash orqali ham olish mumkin. Ishlab chiqarish darajasi koeffitsiyentiga misol qilib qishloq xo'jalik ekinlari hosildorligi, qishloq xo'jalik xayvonlari mahsuldorligini olish mumkin.

*Proporsionallik koeffitsiyentlari* matritsaga bir-biriga bog'liq tarmoqlarning proporsional rivojlanishi uchun qo'shimcha va yordamchi cheklanishlarga kiritiladi (almashlab ekish dalalaridagi dalalar, oldin ekilgan ekinlar, ratsiondagi ozuqalar ulushi, yer boyliklarini transformatsiyasi natijasida yuqotilgan haydaladigan yerlar kompensatsiyasi).

*Bog'lovchi koeffitsiyentlar* hosil bo'ladigan miqdoriy o'zgaruvchi va resurs hajmi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Ularni kafolatlangan ishlab chiqarish hajmi bo'yicha tuziladigan cheklanishlarda, tarmoqlar o'lchamida ishlatish mumkin (tarmoqlar o'lchamini cheklash yoki uni rivojlantirish talab qilinganda  $(x_j \leq b_j)$  buni qo'llash mumkin bo'ladi).

Ko'p hollarda bog'lash koeffitsiyentlari birga teng bo'ladi.

Kafolatlangan ishlab chiqarish hajmi va xo'jalik resurslari o'lchami to'g'risidagi ma'lumotlar manbai sifatida ilmiy bashorat, yerdan foydalanishning bosh sxemasi hujjatlari, korxonaning iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanish rejasi, loyiha uchun topshiriqlarni olish mumkin. Maqsad funksiya koeffitsiyentlari yoki o'zgaruvchilarning narxi bahosi qo'yilgan masalaning optimallik kriteriyasini o'rnatishga bog'liqdir. Ularni hisoblash uchun mahsulot narxi yoki birlik ekin maydonidan va bir bosh moldan olingan sof foyda, mahsulotni ishlab chiqarishga sarflangan xarajatlar yoki ayrim tadbirlarni o'tkazish ko'rsatkichlari xizmat qiladi.



Matematik modellarning parametrlarini ilmiy asoslab, aniqlash uchun ishlab chiqarish funksiyalari tuziladi.

## **7.2. Iqtisodiy-statistik modellashtirishning asosiy elementlari va bosqichlari**

Yer tuzishda qo'llaniladigan modellar ichida iqtisodiy-statistik modellar asosiy o'rinlardan birini egallaydi. Bu modellar asosida, qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligi, hayvonlar maxsuldorligi, qishloq xo'jalik erlarida etishtirilgan mahsulot, shuningdek, loyihaga qo'shiladigan normativlar (yo'llar zichligi, hududni daraxtzorlashtirish, yerlarni qishloq xo'jaligi uchun o'zlashtirish va boshqalar) kabi yer tuzish loyihalarining eng asosiy ko'rsatkichlari hisoblanadi. Bu ko'rsatkich va normativlarni aniqlash paytida yo'l qo'yiladigan xatolar hududlarni tashkil qilishda katta o'zgarishlarga olib keladi va ishlab chiqarishni noto'g'ri tashkil qilishga olib keladi.

Masalan, agar yer tuzish loyihalarining hisobida faqatgina ekin maydonida yetishtiriladigan ozuqa ekinlarining, noto'g'ri hosil-dorligi kiritilgan bo'lsa, mollarni oziqlantirishning ratsioni buziladi, ozuqalar, organik o'g'itlar, tuproqdagi ozuqa moddalari, ekin maydoni va ozuqa ekinlari orasidagi munosabat, almashlab ekish dalalarida ozuqa ekinlarini joylashtirish balansi o'zgaradi va bundan kelib chiqadiki, dalalarni, ishchi uchastkalarini, yo'llarni, ihota daraxtzorlarini joylashtirish bilan bog'liq bo'lgan hududni tashkil qilish o'zgaradi.

Shuning uchun ham, mumkin qadar, aniq mos keluvchi ko'rsatkichlar va normativlarni ishlab chiquvchi matematik apparat zarur bo'lib, U iqtisodiy-statistik modellashtirishdir. Bu shunday funksiyadan iboratki, bu funksiya natijaviy va faktor ko'rsatkichlarni o'zaro bog'laydi va ularni statistik ma'lumotlar asosida analitik, grafik, jadval ko'rinishda ifodalaydi.

Shuning uchun ham iqtisodiyotda ishlab chiqarish natijasining mavjud omillardan bog'liqligini ifodalaganligi uchun bunday funksiyalarga ishlab chiqarish funksiyalari deb aytiladi. Shunday qilib, yer tuzishda asosiy loyiha yechimlari iqtisodiy, hududiy-ishlab chiqarish xarakteriga ega bo'lganligi uchun ham ishlab chiqarish funksiyalari yer tuzish iqtisodiy-statistik modellarining asosini tashkil qiladi.

Modellashtirish jarayoni bir necha bosqichdan iboratdir.

Ishlab chiqarishni iqtisodiy tahlil qilish, yerksiz o'zgaruvchini va unga ta'sir qiluvchi faktorlarni aniqlash;

Statistik ma'lumotlarni yig'ish, va ularni qayta ishlash;

O'zgaruvchilar orasidagi matematik bog'lanish shaklini aniqlash;  
Iqtisodiy - statistik modeldagi sonli parametrlarni aniqlash ;  
Iqtisodiy - statistik modelning o'rganilayotgan jarayonga mos kelish darajasini aniqlash;

Modelning iqtisodiy intyepretatsiyasi, aniq yer tuzish masalasini yechishda modelni qo'llashni tahlil qilish.

Ishlab chiqarishni iqtisodiy tahlil qilish birinchi navbatda yechilayotgan masalaning maqsadini aniqlash va tushuntirishdan iborat bo'lib, shunday natijaviy ko'rsatkichni tanlashdan iboratki, u o'rganilayotgan yer tuzish jarayonining xossasini o'zida mujassamlantirsin va uning samaradorligini aks ettirsin. Masalan, agar loyihachi tashkiliy-xo'jalik, agrotexnik, o'rmon-melioratsiya va gidrotexnik ishlarining biror bir qiyalikda (yer uchastkasida) erroziya jarayonlari dinamikasiga ta'sirini o'rganmokchi bo'lsa, u holda u natijaviy ko'rsatkich sifatida, tuproq yuvilishining hisoblangan qiymatini( 1ga tonnada) va bu ko'rsatkichning loyihalanayotgan dalalar va ishchi uchastkalarida ixota daraxtzorlarini o'rnatish, erroziyaga qarshi texnikalardan foydalanish natijasida kamayishini, olish mumkin. Agar qishloq xo'jalik korxonasining yerdan foydalanish samaradorligi tahlil qilinayotgan bo'lsa, u holda natijaviy ko'rsatkich sifatida xo'jalikning 100 ga yer maydoni hisobida olingan yalpi mahsulot narxi va uning, tuproq sifati, mehnat ta'minoti, fond bilan ta'minlanganligi natijasida uzgarishi olinadi.

Erksiz o'zgaruvchi sifatida shunday ko'rsatkich olinadiki, bu ko'rsatkich qo'yilgan tadqiqot maqsadidan kelib chiqib, o'rganilayotgan yer tuzish jarayonini to'liq xarakterlaydi. Bu bevosita ko'rsatkichdan iborat bo'lib , u ishlab chiqarish natijasi yoki hudud maydoni (ekinlar hosildorligi, yerlarning maxsuldorligi, foydalanigan yer maydoni), yoki bilvosita (mahsulot tannarxi, rentabellik, foyda) ko'rsatkichdan iborat bo'lishi mumkin.

Har qanday holatda ham ishlab chiqarish funksiyasi iqtisodiy ma'noga ega bo'lishi kerak, natijaviy va faktor ko'rsatkichlar orasidagi bog'lanish mantiqan asoslangan bo'lishi kerak.

Ishlab chiqarish natijalariga ta'sir qiluvchi erkli faktorlarni to'g'ri tanlash muhim ahamitga egadir.

1. Hisoblashga kiritiladigan emperik ma'lumotlar soni qancha ko'p bo'lsa, ishlab chiqarish funksiyalari shuncha aniq bo'ladi.

2. Faktor— argumentlar o'rganilayotgan ishlab chiqarish jarayoniga muhim ta'sir o'tkazishi, miqdoriy o'lchanadigan bo'lishi va bitta belgi bo'yicha ifodalangan (absolut yoki nisbiy, natural yoki qiymat jihatidan) bo'lishi kerak. Misol uchun, yer tuzish ishchilarining

malakasi, boshliqlar tajribasi ya boshqalarni matematik ifodalash qiyin bo'lganligi uchun ularni modelga kiritish maqsadga muvofiq emas.

3. Tanlangan faktorlar oldindan aniq va miqdoriy ifodalangan bo'lsa ham ular juda katta bo'lmasligi kerak, chunki bunday holat modelni murakkablashtirib, ishlab chiqarish sharoitida undan foydalanishni qiyinlashtiradi, misol uchun, yer tuzuvchi tadqiqotni dalada o'tkazayotgan bo'lsa.

4. Modelga kiritilgan faktorlar o'zaro funktsional bog'lanishga ega bo'lmasligi kerak, bu holda ular o'rganilayotgan hodisaning bir tomonini xarakterlagan bo'ladi. Agar misol uchun, ihota daraxtzorlarining samaradorligini aniqlamoqchi bo'lsak, modelga bir vaqtning ichida ihota daraxtzorlari maydoni, kelishilgan kenglikda va ular tomonidan to'silgan maydonning uzunligi kabi ko'rsatkichlar bir-birining qismi hisoblanadi. Agar bunday ko'rsatkichlar iqtisodiy-statistik modelga kiritilgan bo'lsa, o'rganilayotgan bog'lanish mutlaqo buzilgan va uning natijasi noto'g'ri bo'ladi.

Statistik ma'lumotlarni yig'ish va ularni qayta ishlash erksiz o'zgaruvchini(natijaviy ko'rsatkich) va ularga ta'sir qiluvchi faktor argumentlarni aniqlagandan keyin amalga oshiriladi. Ma'lumotlarni yig'ish paytida tajribaviy va statistik usullardan foydalaniladi. Birinchisi tajriba natijasida olingan ma'lumotlarni taxmin qiladi. Ammo yer tuzishda tajriba jarayoni qiyin kechadi, ayrim masalalarni yechish esa juda qiyin. Ikkinchi usul esa statistik ma'lumotlarga asoslanadi. Misol uchun, agar yerdan foydalanish o'lchamlarining tahlilida viloyat barcha qishloq xo'jalik korxonalarining ma'lumotlari olinadigan bo'lsa, u holda statistik ma'lumot yoppasiga bo'ladi, o'rganilayotgan to'plam esa, Bosh to'plamdan iboratdir. Ammo bosh to'plamning o'lchamlari juda katta bo'lishi mumkin-bir necha yuz birliklarda. Shuning uchun hisoblarni va vaqtni tejash maqsadida tanlama ma'lumotlarni olish orqali hisoblarning aniqligini saqlaydigan va izlanish natijalarini Bosh to'plamga joriy qiluvchi turli usullardan foydalanib, kuzatishlar soni kamaytiriladi.

Har qanday holatda ham tanlama quyidagi talablarni qondirishi kerak:

Bir jinsli bo'lishi;

Boshqa ma'lumotlardan juda ko'p farq qiluvchi ma'lumotlarni olib tashlash;

Faqat ayrim sonlar va sonlar tizimida bir qiymatli o'lchanadigan faktorlarni kiritish kerak.

O'rganilayotgan jarayonni mantiqiy tahlil qilish orqali bog'lanish turining mos keluvchi matematik shaklini aniqlash mumkin.

Model parametrlarini aniqlash deganda tanlangan matematik bog'lanishning sonli tavsifini hisoblash demakdir. Masalan, agar kuzgi bug'doy hosildorligi ( $U$ ) ning yerning iqtisodiy bahosi ( $x$ ) bilan chiziqli bog'lanishining ko'rinishi

$$U = a_0 + a_1 x \text{ bo'lsin.}$$

$U$  holda berilgan modellashtirish bosqichi  $a_0$  va  $a_1$  koeffitsiyentlarning sonli qiymatlarini topishdan iboratdir. Aytaylik, hisoblash natijasida  $40 \leq \bar{u} \leq 100$  oraliqda  $a_0 = 20,0$   $a_1 = 0,15$  hosil qilingan bo'lsin. Bu degan so'z, faktor argument berilgan oraliqdan chiqmagan holda, chiziqli bog'lanish ko'rinishi  $u = 20,0 + 0,15x$  bo'ladi. Misol uchun agar  $x = 60$  bo'lsa, modellashtirilayotgan hosildorlik lha dan  $u = 29 s$  bo'ladi.

Iqtisodiy -statistik modellar parametrlarini aniqlash uchun har xil usullar qo'llaniladi, lekin amaliyot shuni ko'rsatmoqdaki, eng aniq natijani eng kichik kvadratlar usuli orqali olish mumkin ekan.

Iqtisodiy -statistik modelning o'rganilayotgan jarayonga mos kelish darajasini baholash turli ko'rsatkichlardan foydalanish orqali (korrelyatsiya koeffitsiyenti, detyerminatsiya koeffitsiyenti va boshqalar) amalga oshiriladi. Berilgan koeffitsiyentlar, olingan modeldan keyingi hisoblashlarda va yer tuzish qarorlarini qabul qilishda foydalanish mumkinmi yoki yo'qligini, natijaviy ko'rsatkich qanchalik aniq topiladi va unga qanday ehtimollik bilan ishonish mumkin, tanlangan matematik ifoda o'rganilayotgan jarayonga mos keladimi, degan savollarga javob berishga xizmat qiladi. Bunday baholash korrelyatsiya - regressiya tahlili asosida olib boriladi. Iqtisodiy-statistik usullarning eng ko'p tarqalgan turlaridan biri, ishlab chiqarish funksiyalaridir.

### 7.3. Ishlab chiqarish funksiyalari, ularning turlari va parametrlarini aniqlash.

Ishlab chiqarish funksiyalari deganda, ishlab chiqarish natijalarining ishlab chiqarish faktorlaridan bog'liqligining matematik ifodasiga aytiladi. Ishlab chiqarish funksiyalarining formal ko'rinishdagi ifodasi quyidagichadir:

$$U = u(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

Bu yerda  $U$  - natijaviy ko'rsatkich;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  - ishlab chiqarishning turli xildagi faktorlarini ifodalaydi.  $u, x_1, x_2, \dots, x_n$  lar skalyardir.  $U$  ko'rsatkich sifatida yalpi mahsulot qiymati, xo'jalik so'f foydasi va xokazolar bo'lishi mumkin.  $x_1, x_2, \dots, x_n$  lar sifatida esa yer

sifatining ball boniteti, xo'jalikning fond bilan ta'minlanganligi, yerga solinadigan o'g'itlar normasi va boshqalar bo'lishi mumkin.

Ishlab chiqarish funksiyalari turli xildagi ishlab chiqarish faktorlarining rolini tahlil qilish, ishlab chiqarish natijalarining darajasini prognoz qilish, u yoki bu mahsulotni ishlab chiqarishni optimallashtirish, turli xildagi resurslarning mumkin bo'lgan bir birini o'rni bosishini baholash va boshqalar.

Yer tuzishda ishlatiladigan ishlab chiqarish funksiyalari yordamida quyidagi amallarni bajarish mumkin:

Yerlarning holatini va undan foydalanishni tahlil qilish;

Yer tuzish loyihasiga kiruvchi turli yechimlarni optimallashtirish bo'yicha tuzilgan iqtisodiy-matematik modellarga dastlabki ma'lumotlarni tayyorlash;

Yer tuzish sxemasi va loyihasida kelajakda yerdan foydalanishni rejalashtirish va prognoz qilishda natijaviy belgining darajasini aniqlashda;

Iqtisodiy optimumni elastiklik koeffitsiyentini, faktorlarning bir-birining o'rni bosishi va samaradorligini o'rnatish, ya'ni ishlab chiqarish funksiyalarining iqtisodiy xarakteristikasini hisoblash va ularni qarorlar qabul qilishda ishlatish.

Ishlab chiqarish funksiyalarini ifodalashning bir necha usullari mavjud: jadval, grafik, analitik, nomografik.

Jadval usuli bevosita kuzatishlar natijasida olingan bog'lanishlarni o'rganishda qo'llaniladi: Funktsiyaning qiymati va argumenti jadval ko'rinishida ifodalangan traktor agregatlari ish unumining haydash uzunligi va qiyaligidan bog'liqligini misol qilib olish mumkin.

Grafik usul mumkin qadar ko'rinarli bo'lsa-da, lekin faktorning byerilgan qiymatlari bo'yicha funktsiyaning qiymatini aniqlash chegaralangan.

Ma'lumki, ishlab chiqarish funksiyalarining grafik ifodasi natijaga faqat bitta ko'rsatkich ta'sirini o'rganish paytida qo'llanilib, bu holda tekislikda ikki o'lchovli ko'rinarli ifodani hosil qilish mumkin.

Ishlab chiqarish funksiyalarini analitik usulda ifodalash eng asosiylaridan biri bo'lib, bular tenglamalardan iborat bo'lib, byerilgan ishlab chiqarish faktorlari orqali natijaviy ko'rsatkichlarni hisoblash tartibini ko'rsatadi.

Nomografik usul natijaning yuqori darajada aniqligi talab qilinmaydigan paytlarda ishlab chiqarish funksiyalarining qiymatini zudlik bilan aniqlashda va o'zgaruvchilar orasidagi bog'lanishning analitik formasini amalga oshirishda qo'llaniladi. Bu usul u yoki bu

matematik bog'lanishni aks ettiruvchi nomogrammani tuzishni taxmin qiladi.

Ishlab chiqarish funksiyalarining matematik ifodalari quyidagi tenglamalardan iboratdir:

1) chiziqli:

a) juft bog'lanish uchun;  $y = a_0 + a_1x$ ,

b) bir necha bog'lanish uchun.

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^m a_i x_i;$$

2) darajali:

a) juft bog'lanish uchun

$$y = a_0 x^a,$$

b) bir necha bog'lanish uchun.

$$y = a_0 \cdot \prod_{i=1}^n x_i^{a_i}$$

3) gipyerbolik:

$$y = a_0 + \frac{a_1}{\sqrt{x}};$$

xususiy holda gipyerbola

$$y = a_0 + \frac{a_1}{x};$$

4) ko'phad ko'rinishidagi:  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n + \dots$

xususiy holda kvadratik parabola  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ ;

Yer tuzishda iqtisodiy tahlil vaqtida natijaviy ko'rsatkichlar va ishlab chiqarishga tasir qiluvchi omillar o'rtasida ikki xil bog'lanishni ko'rish mumkin: funksional va korrelyatsion.

Ishlab chiqarishga ta'sir qiluvchi har bir omilga natijaviy ko'rsatkichning bitta mos qiymati mos kelsa bunday bog'lanish funksional bog'lanish deyiladi. Lekin hayotda har bir ishlab chiqarish omillariga natijaviy ko'rsatkichning bir necha qiymati mos kelishi mumkin. Bunday bog'lanishlar korrelyatsion bog'lanishlar deb aytiladi. Misol uchun ekinlarning hosildorligi ni ularga solinadigan o'g'itning miqdoriga va yer uchastkalarining suvdan emirilishiga bog'liqligi yoki bo'lmasa mahsulot tannarxining ishlab chiqarish darajasiga, maydonning katta-kichikligiga bog'liqligi va h.k.

Modellashtirish davomida korrelyatsion bog'lanishlar va ishlab chiqarish funksiyalarining parametrlari aniqlanadi. Modellarning

parametrlarini aniqlashda ko'p hollarda eng kichik kvadrat usulidan foydalaniladi.

Ishlab chiqarish funksiyalarining parametrlarini bog'lanish turlariga qarab, eng kichik kvadratlar usuli bilan, normal tenglamalar sistemasini yechish orqali topiladi.

Bu usulni yuqorida keltirilgan tenglamalarga qo'llanilishini ko'rib chiqamiz:

1. Juft bog'lanishda ya'ni,  $y = (a_0 + a_1x)$  da sistemaning ko'rinishi:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 \cdot \frac{\sum x}{n} = \frac{\sum y}{n}, \\ a_0 \cdot \frac{\sum x}{n} + a_1 \cdot \frac{\sum x^2}{n} = \frac{\sum xy}{n} \end{cases}$$

yoki

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum x = \sum y \\ a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 = \sum xy \end{cases}$$

2.  $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$  bir necha bog'lanish (uchta faktorli) uchun

$$\begin{cases} na_0 + \sum x_1 \cdot a_1 + \sum x_2 \cdot a_2 + \sum x_3 \cdot a_3 = \sum y, \\ \sum x_1 \cdot a_0 + \sum x_1^2 \cdot a_1 + \sum x_1x_2 \cdot a_2 + \sum x_1x_3 \cdot a_3 = \sum x_1y, \\ \sum x_2a_0 + \sum x_1x_2 \cdot a_1 + \sum x_2^2 \cdot a_2 + \sum x_2x_3 \cdot a_3 = \sum x_2y, \\ \sum x_3a_0 + \sum x_1x_3 \cdot a_1 + \sum x_2x_3 \cdot a_2 + \sum x_3^2 \cdot a_3 = \sum x_3y, \end{cases}$$

3.  $y = a_0 + \frac{a_1}{x}$  gipyerbolik bog'lanish uchun

$$\begin{cases} na_0 + \sum \frac{1}{x} \cdot a_1 = \sum y, \\ \sum \frac{1}{x} \cdot a_0 + \sum \frac{1}{x^2} \cdot a_1 = \sum \frac{y}{x} \end{cases}$$

4.  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$  kvadratik parabola uchun

$$\begin{cases} na_0 + \sum x \cdot a_1 + \sum x^2 \cdot a_2 = \sum y, \\ \sum x \cdot a_0 + \sum x^2 \cdot a_1 + \sum x^3 \cdot a_2 = \sum xy, \\ \sum x^2 \cdot a_0 + \sum x^3 \cdot a_1 + \sum x^4 \cdot a_2 = \sum x^2y. \end{cases}$$

7.3.1-misol. Quyida biz ihota daraxtzorlarining maydoni bilan tuproqlari yemirilishiga moyil bo'lgan tik qiyaliklarning maydoni orasidagi bog'lanishni ifodalaydigan to'g'ri chizikli tenglamaning parametrlarini baholashni ko'rib chiqamiz.

Bu holda tenglamalar sistemasining ko'rinishi:

$$\begin{cases} a_0 + 2,44a_1 = 3,45, \\ 2,44a_0 + 6,36a_1 = 8,81 \end{cases}$$

7.3.1-jadval

Tik qiyalik, grad, x.	Oraliqning o'rtacha qiymati grad, x.	Daraxtzorlar maydoni, % y.	$x^2$	$x, y$	y ning hisoblangan qiymati.
1-2	1.5	2.85	2.25	4.35	2.71
2-2.5	2.25	2.98	5.06	6.75	3.32
2.5-3	2.75	3.65	7.85	10.18	3.73
3-3.5	3.25	4.30	11.56	13.98	4.14
$\sum$	9.75	13.78	25.43	35.26	—
$\frac{\sum}{n}$	2.44	3.45	6.36	8.81	—

Bu sistemani yechib,

$$a_0 = 1,48; \quad a_1 = 0,82 \text{ larni topamiz.}$$

U holda bog'lanish tenglamasining ko'rinishi

$$y = 1,48 + 0,82x,$$

bo'ladi. bu yerda x-daraxtzorlar maydoni, %;

Haydaladigan yerlarning qiyaligining o'rtachasi, grad. o'rganilayotgan hodisalarning bog'lanishining qanchalik tig'izligini yoki yaqinligini aniqlashda korrelyatsiya koeffitsiyenti ishlatiladi. Chizikli korrelyatsiyaning koeffitsiyenti quyidagi formula yordamida topiladi.

$$R_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$



Bu yerda  $x_i, y_i$  - mos ravishda faktorning va natijaning qiymatlari  $\bar{x}, \bar{y}$  esa, faktorning va natijaning o'rtacha qiymatlari. Yuqoridagi misolda bu qiymatlarni topganimizda

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

$$\bar{x} = 2,44;$$

$\bar{y} = 3,45$  larni hisobga olsak, u holda

$$R_{xy} = 0,98 \text{ bo'ladi.}$$

Yechimlarni iqtisodiy tahlil qilganimizda quyidagi xulosaga kelamiz: demak daraxtzorlarning maydoni va tepaliklarning qiyaligi bir-biriga bog'liq ekan.

Juft chiziqli bog'lanish uchun:

$$R_{yx_1x_2} = \sqrt{\frac{r^2_{yx_1} + r^2_{yx_2} - 2r_{x_1x_2} - r_{yx_1}r_{yx_2}}{1 - r^2 \cdot x_1 \cdot x_2}}$$

bu yerda  $r$  - mos keluvchi omillar va natijalar orasidagi juft korrelyatsiya koeffitsiyenti.

Keltirilgan ma'lumotlar soni chegaralangan bo'lganligi uchun korrelyatsiya koeffitsiyenti va korrelyatsiya munosabat-larining xatosiz quyidagi formula yordamida topiladi.

$$t_r = \frac{r}{m_r}$$

bu yerda  $m_r$  - korrelyatsiya koeffitsiyentining xatosi.

Juft korrelyatsiya koeffitsiyenti uchun

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n - 1}}$$

bir necha hadli korrelyatsiya koeffitsiyenti uchun

$$m_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{n - k - 1}}$$

bu yerda  $n$ - kuzatishlar soni;  $R$ -omillar soni.

$n < 50$  bo'lganda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}$$

Hosil qilingan qiymatning haqiqiylik kriteriyasi Student jadvalidagi qiymatlar bilan solishtiriladi.

7.3.2-jadval

$P$ $\backslash$ $v$	0,95	0,99	0,999	$P$ $v$	0,95	0,99	0,999
4	2,78	4,60	8,61	19	2,093	2,861	3,88
5	2,57	4,03	6,86	20	2,086	2,845	3,84
6	2,45	3,71	5,96	25	2,064	2,797	3,74
7	2,37	3,50	5,41	30	2,045	2,756	3,65
8	2,31	3,36	5,04	35	2,032	2,729	3,60
9	2,26	3,25	4,78	40	2,023	2,708	3,55
10	2,23	3,17	4,59	45	2,016	2,692	3,52
11	2,20	3,11	4,44	50	2,009	2,679	3,50
12	2,18	3,06	4,32	60	2,001	2,662	3,46
13	2,16	3,01	4,22	70	1,996	2,649	3,33
14	2,15	2,96	4,14	80	1,991	2,640	3,41
15	2,13	2,95	4,07	90	1,987	2,633	3,40
16	2,12	2,92	4,02	100	1,984	2,627	3,39
17	2,11	2,90	3,97	120	1,980	2,617	3,37
18	2,10	2,88	3,92	150	1,980	2,576	3,291

**Studentning T-taqsimot qiymatlari**

Eslatma,  $P$  — kutilgan xulosalar ehtimolligi,  $v$  —erkinlik darajasi

soni ( $v = p - 2$ ),

Agar  $t$  ning qiymati jadvaldagi qiymatdan katta bo'lsa, korrelyatsiya koeffitsiyenti to'g'ri hisoblangan bo'ladi.

Ishlab chiqarish funksiyalarining tahlil qilishda detyerminatsiya koeffitsiyenti ham hisoblanadi. U  $D=r^2$  formula yordamida ifodalanadi.

Determinatsiya koeffitsiyenti tanlangan omil - argumentning natijaviy ko'rsatgichga qay darajada ta'sir qilishini ko'rsatadi.

Misol uchun  $r=0,9$  bo'lsa, u holda  $D=0,81$  ya'ni, natija ko'rsatgich u ning qiymati 81% ishlab chiqarish funksiyalariga kiritilgan omil - argumentning o'zgarishiga bog'liqdir.

Ishlab chiqarish funksiyalarining parametrlarini aniqlashda kuzatishlar soni kam bo'lgan holda regressiya koeffitsiyentining xatosini quyidagi formula yordamida hisoblash mumkin:

$$\sigma_y = \sqrt{(\bar{y}^2) - (\bar{y})^2} \quad \text{va} \quad \sigma_x = \sqrt{(\bar{x}^2) - (\bar{x})^2}$$

Bu yerda  $\sigma_y$  va  $\sigma_x$  - o'rtacha kvadrat og'ishma;  $(\bar{y}^2)$ ,  $(\bar{x}^2)$  lar kvadratlarning o'rtacha qiymati;  $(\bar{y})^2$  va  $(\bar{x})^2$  lar o'rtacha qiymatning kvadratlari.

**7.3.2-misol.** Don ekinlarini yig'ishtirib olish paytida egatlar uzunligining kombaynning har xil uzunlikdagi egatlarni aylanib o'tishda va burilish paytida yo'qotadigan vaqtiga bog'liqligini aniqlang.

Ma'lumotlarni 5.3.2-jadval ko'rinishida va regressiya tenglamasining ko'rinishini giperbola tenglamasi ko'rinishida qidiramiz.

Normal tenglamalar sistemasini tuzamiz va uni yechamiz

$$\begin{cases} 10a_0 + 20,352a_1 = 135,4 \\ 20,352a_0 + 26,933a_1 = 472,306; \\ 1,7449a_1 = 9,667; \quad a_1 = 5,54. \end{cases}$$

U holda giperbola tenglamasining ko'rinishi

$$y = 2,26 + \frac{5,554}{x} \quad \text{bo'ladi.}$$

Yo'qotishlarning haqiqiy miqdori, % Y	Haydash uzunl. km, X	$\frac{1}{x}$	$\frac{1}{x^2}$	$\frac{x}{y}$	
39,2	0,15	6,667	44,444	261,333	
24,0	0,25	4,000	16,00	96,000	
18,1	0,35	2,857	8,163	51,714	
13,8	0,50	2,000	4,000	27,600	
10,0	0,75	1,290	1,665	13,333	
7,7	1,00	1,00	1,000	7,700	
6,6	1,25	0,800	0,640	5,280	
5,8	1,50	0,667	0,444	3,867	
5,3	1,75	0,571	0,327	3,029	
4,9	2,00	0,500	0,250	2,450	
	135,4	9,50	20,352	76,933	472,306

Korrelyatsion munosabatlarni hisoblashda yuqoridagi jadvaldan foydalanamiz (5.3.3-jadval).

$$\bar{y} = \frac{135,4}{10} = 13,54$$

topilgan qiymatlarni formulaga qo'yib

$$R = \sqrt{1 - \frac{0,5851}{1085,968}} = \sqrt{0,9995} = 0,9997 \text{ ni}$$

topamiz. Bu degan so'z qaralayotgan o'zgaruvchilar orasida to'liq bog'lanish mavjud deganidir.

y	$y - \bar{y}$	$(y - \bar{y})^2$	$\hat{y}$	$y - \hat{y}$	$(y - \hat{y})^2$
39,2	25,66	658,436	39,19	0,01	0,0001
24,0	10,46	109,412	24,42	-0,42	0,1764
18,1	4,56	20,794	18,09	0,01	0,0001
13,8	0,26	0,068	13,34	0,46	0,2116
10,0	-3,54	12,532	9,65	0,35	0,1225
7,7	-5,84	34,106	7,8	-0,10	0,0100

6,6	-6,94	48,164	6,69	-0,09	0,0081
5,8	-7,74	59,908	5,95	-0,15	0,0225
5,3	-8,24	67,898	5,43	-0,13	0,01,69
4,9	-8,64	74,650	5,03	-0,03	0,0169
$\Sigma$ 135,4	-	1085,968	135,59	-	0,5851

Korrelyatsiya koeffitsiyentining haqiqiylikini quyidagi ko'rsatkichlar orqali aniqlaymiz. (Styudent kriteriyasi).

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - 0,9995}{10 - 2}} = 0,0079, \quad t_r = \frac{0,9997}{0,0070} = 126,5.$$

Hosil bo'lganlarni Styudent jadvalidagi qiymatlar bilan solishtirib ko'rsak, korrelyatsion munosabatlar barcha ehtimollik darajalarida ham to'g'ri ekanligini ko'ramiz.

Regressiya tenglamasining ko'rinishi:

$$Y = 1.398 + 0.839x \text{ dan iborat.}$$

Korrelyatsiya koeffitsenti.

$$R = 0.9367 \text{ ga teng ekan.}$$

Yechimlarni iqtisodiy tahlil qilganimizda daraxtzorlarning maydoni tepaliklarning qay darajada qiyaligiga bog'liq ekanligini ko'ramiz.

### Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar

**7.3.1-topshirik.** Xo'jalikning turli dalalaridagi don ekinlari hosildorligini, yer ball boniteti sifatining va solinadigan o'g'it miqdoridan bog'liqligini, hisoblang. 7.3.4-jadvalda don ekinlarining dalalar bo'yicha haqiqiy hosildorligi, solinadigan o'g'it miqdori va yer ball boniteti sifatining keltirilgan.

1. Natijaviy kursatkich U (xosildorlik)ning alohida  $x_1$  (yer sifatining bali) va  $x_2$  (solinadigan ugit miqdori),shuningdek, ko'rsatilgan omillarning xosildorlikka o'zaro ta'siri aniqlansin.

2. Ko'rsatilgan ko'rsatkichlar orasidagi juft va bir necha korrelyatsiya koeffitsiyentlarini topilsin, ularning ishonchligi aniqlansin.

3. Regressiya koeffitsientlarining aniqligi o'rnatilsin.

**7.3.2-topshiriq.** Komp'yutyerda yalpi mahsulot qiymatini hosil qilishga omillarning korrelyatsiya va regressiya bog'lanishlarini aniqlang. Dastlabki ma'lumotlar 7.3.5-jadvalda keltirilgan.

**7.3.3- topshirik.** Mavjud ko'rsatkichlardan foydalanib, istiqboldagi hosildorlikni hisoblang. (7.3.6-jadval).

#### **7.4. Ishlab chiqarish funksiyalarining iqtisodiy tasniflari**

Ishlab chiqarish funksiyalarining iqtisodiy tasniflari quyidagilardan iborat: omillarning qo'shimcha mahsuloti yoki eng ko'p ishlab chiqarish, elastiklik koeffitsiyenti, o'rtacha samaradorlik, bir -birining o'rnini bosuvchi resurslarning eng katta normasi (omillar soni 2ta yoki undan oshiq bo'lgan holda).

Omillarning qo'shimcha mahsuloti (eng ko'p ishlab chiqarish)— boshqa faktorlarning miqdorlarini o'zgartirmasdan byerilgan faktorni bir birlikka oshirish natijasida ( $u$ ) mahsulot miqdorining oshishini bildiradi. U ishlab chiqarish funksiyasidan byerilgan omil —argument bo'yicha olingan birinchi tartibli xususiy hosila orqali aniqlanadi.

$$\frac{dy}{dx}$$

Agar model ko'p omilli bo'lsa, uni boshqa omillarni o'zgarimas qilib, ikki omilliga keltiriladi. Juft chiziqli bog'lanish uchun omilning qo'shimcha mahsuloti regressiyaning koeffitsiyentiga teng.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d(a_0 + a_1x)}{dx} = a_1$$

*Elastiklik koeffitsiyenti* i-turdagi resurs sarfining bir birlikka nisbiy o'zgarishi natijasida ishlab chiqarish natijasining nisbiy o'zgarishini tasniflaydi. Taqriban elastiklik koeffitsiyenti berilgan omil 1 % ga

o'zgaranda natija o'rtacha qancha foizga o'zgarishini ko'rsatadi (boshqa omillar miqdorini o'zgartirmagan holda).

Elastiklik koeffitsiyenti quyidagicha hisoblanishi mumkin:

$$E_t = \frac{dy}{y} : \frac{dx}{x} = \frac{dy}{dx} : \frac{y}{x} = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{x}{y},$$

Da lalar №	Hosildorlik, ts./ha, y								O'g'it dozasi, ts shart., $x_2$	
	Kuzgi bug'doy	Kuzgi javdar	Kuzgi arpa	Bahorgi bug'doy	Suli	Arpa	No'xat	Grech - ixa		Yer sifati baxosinin bali, $x_7$
1.	24,1	23,1	25,1	28,1	20,5	30,5	14,3	12,1	30	8
2.	24,2	23,4	25,2	28,3	20,7	30,8	14,5	12,2	35	7
3.	28,5	27,3	29,6	32,5	24,5	34,6	16,5	14,5	40	10
4.	25,0	23,9	27,0	29,1	21,0	31,1	15,1	13,0	45	6
5.	24,9	23,9	25	29,9	20,9	30,8	15,3	12,5	50	5
6.	25,2	24,1	27,2	29,9	21,3	31,4	15,6	12,6	55	4
7.	31,0	29,9	31,0	35,0	27,0	38,0	17,2	15,5	60	9
8.	33,3	32,2	34,3	37,3	29,3	39,4	19,5	17,0	65	10
9.	32,1	31,0	33,1	36,5	28,1	38,3	18,3	16,7	70	9
10.	33,4	32,3	35,4	37,4	28,5	38,5	18,7	16,9	75	8
11.	35,7	34,5	37,7	39,7	31,7	41,8	20,0	17,8	80	9
12.	38,0	37,0	40,0	42,1	34,2	44,3	21,1	19,0	85	3
13.	34,3	33,3	38,3	38,5	30,5	40,6	19,5	17,1	90	6
14.	31,1	31,0	35,1	35,5	27,8	39,0	18,2	15,6	95	2
15.	39,0	38,0	41,2	44,0	35,0	46,1	22,0	20,0	100	3

Dastlabki ma'lumotlar

Eslatma: Masalaga o'zgartirish quyidagicha kiritiladi: a) Talabning guruhdagi tartib raqamiga mos keluvchi qator o'chirilish orqali; b) o'qituvchi tomonidan tanlangan ekin turi bo'yicha.



Xo'jaliklar nomi	Yalpi hosil qiymati, m. sh. b./ha., y	Yermin g ball bonite ti <sub>1</sub>	Haydal-gan yerga-cha o'rtacha masofa, km, x <sub>2</sub>	Yer konturi o'rtacha o'lcha mi ha, x <sub>3</sub>	O'sim. chil asosiy vosita. m. Sh.b. ha, x <sub>4</sub>	Mexna t. layoqat odam./ha, x <sub>5</sub>	Minyer ai o'g'itla r, ts, x <sub>6</sub>	Almas h-lab ekish o'rtacha o'lcha mi ga, x <sub>7</sub>	Melirat siya kiiligan yer ulushi, %, x <sub>8</sub>	Solinga n go'ng, t/ha, x <sub>9</sub>	Navli urug'lar foydal. %, x <sub>10</sub>
«Nurota»	500	87	6,5	11,3	58	0,32	3,1	125	11	3,4	96
«Qo'shko'pir»	650	78	5,9	12,4	60	0,38	3,4	150	10	6,2	95
«Ergash ota»	425	72	9,4	10,0	42	0,29	3,0	100	9	2,2	91
«Haqiqat»	250	45	12,5	4,2	28	0,15	2,9	80	9	2,2	91
«Tinchlik»	370	68	13,8	4,8	41	0,20	2,5	110	20	6,8	100
«O'zil tong»	440	73	8,3	7,6	62	0,39	3,0	67	10	5,8	97
«Yulduz»	620	60	7,6	40,5	49	0,40	2,7	140	32	5,4	99
Oxunboboy	350	57	11,1	5,4	35	0,22	2,2	100	10	3,3	92
G'ofur	900	98	5,2	22,3	72	0,32	4,4	180	29	8,4	100
G'ulom	520	75	7,7	12,5	49	0,19	4,0	130	30	7,6	93
«Oltin O'rda»	700	85	3,3	25,0	86	0,54	4,2	170	23	8,0	99
«Shodmon ota»	444	90	6,9	10,1	50	0,37	3,0	120	14	5,9	95
Mustaqillik	390	64	10,5	8,4	37	0,29	2,1	110	9	4,3	96
«Itrifoq»											
«Zarkent»	810	80	6,1	29,2	68	0,43	3,7	160	25	7,3	99
«Uchqun»	295	58	10,7	2,9	23	0,11	1,9	67	11	2,8	90

Yillar	Hosildorlik, ts/ha									
	Don ekinlari			Dukkak- li don	Makka- jo'xori	Paxta	Kartosh- ka	Sabza- vot	Pista	Ko'p yillik o'tlar
	Jami	Kuzgi	Bahorgi							
1961- 1965	15,5	17,6	13,4	12,9	25	25,5	130	150	15,1	30
1966- 1970	17,5	19,7	15,3	14,1	35	30	141	169	17,2	35
1971- 1975	19,6	21,8	17,7	15,4	46	22	150	191	19,3	39
1976- 1980	21,4	23,6	19,4	16,5	54	25,9	163	215	20,9	45
1981- 1985	23,7	25,9	21,2	17,8	63	28	175	230	23,3	50
1986- 1990	25,0	27,2	23,9	19,2	72	30	200	250	24,0	54
1991- 1995										

E s l a t m a . Masalani yechish o'qituvchi tomonidan tanlangan ekin uchun, amalga oshiriladi.

juft chiziqli bog'lanish uchun

$$E_t = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{x}{y} = \frac{d(d_0 + a_1 x)}{dx} \cdot \frac{x}{y} = \frac{a_1 x}{a_0 + a_1 x},$$

$x$  1 % ga o'zgaranda  $u \frac{a_1}{a_0 + a_1} \%$  ga o'zgarishi mumkin.

O'rtacha samaradorlik ( $\frac{y}{x}$ ) ishlab chiqarish natijasining ishlab chiqarish omili ta'sirida o'zgarish suratini ko'rsatadi. Juft chiziqli bog'lanish uchun  $\frac{y}{x} = \frac{a_0 + a_1 x}{x} = a_1 + \frac{a_0}{x}$  bu surat giperbola qonuni bo'yicha o'zgaradi.

$y = a_0 + a_1 x$  ko'rinishdagi chiziqli tenglamaning o'rtacha samaradorligini qarab chiqamiz. Bu yerda  $u$  ishlab chiqarish xarajatlari,  $a_0, a_1$  — tenglamaning koeffitsiyentlari,  $x$  — ishlab chiqarish hajmi.

Keltirilgan tenglamada  $a_0$  ishlab chiqarish xajmiga bog'liq bo'lmagan ishlab chiqarishdagi o'zgarimas sarf-xarajatlar,  $a_1 x$  esa unga bog'liq bo'lgan o'zgaruvchan sarf xarajatlar. Bu holda resursning o'rtacha samaradorligi ishlab chiqariladigan birlik mahsulotning tannarxiga aylanadi

$$\frac{y}{x} = \frac{\text{umumiy ishlab chiqarish xarajatlari}}{\text{ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi}} = \text{birlik mahsulot}$$

tannarxi.

Tenglamaning parametridagi musbat bo'lganda resursning o'rtacha samaradorligi ( $\frac{y}{x}$ ) giperbola qonuniyati bo'yicha kamayadi.

Bu degan so'z o'zgarimas sarf xarajatlar ulushini kamaytirish orqali ishlab chiqarish oshganda birlik mahsulot o'rtacha tannarxining kamayishini ko'rsatadi.

Asosiy ishlab chiqarish funksiyalari tasnifining juft bog'lanish uchun iqtisodiy parametrlari jadvalda keltirilgan.

Funksiyalar	Tenglama ko'rinishi $y=f(x)$	Qo'shimcha mahsulot yoki eng ko'p ishlab chiqarish $\frac{dy}{dx}$	O'rtacha samaradorlik $\frac{y}{x}$	Elastiklik koeffitsiyenti $\frac{dy}{dx} \cdot \frac{x}{y}$
Chiziqli	$y = a_0 + a_1 x$	$a_1$	$a_1 + \frac{a_0}{x}$	$\frac{a_1 x}{a_0 + a_1 x}$
Darajali	$y = a_0 x^{a_1}$	$a_0 a_1 x^{a_1-1}$	$\frac{a_0}{x} + a_1$	$a a_0 x^{a_1-1} a_1$
Giperbolik	$y = a_0 + \frac{a_1}{x}$	$-\frac{a_1}{x^2}$	$\frac{a_0}{x} + \frac{a_1}{x^2}$	$\frac{-a_1}{a_0 x + a_1}$
Parabolik	$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$	$a_1 + 2a_2 x$	$\frac{a_0}{x} + a_1 + a_2 x$	$\frac{(a_1 + 2a_2 x)}{a_0 + a_1 x + a_2 x^2}$

Bir omilli ishlab chiqarish funksiyalarining asosiy iqtisodiy tasniflari

#### Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar.

Quyidagi topshiriqlarda berilgan ishlab chiqarish funksiyalari uchun asosiy iqtisodiy tasniflarni aniqlang (7.4.1, 7.4.2, 7.4.3-topshiriqlar).

**7.4.1-topshiriq.** Suv erroziyasiga uchragan hududlari mavjud bo'lgan xo'jaliklarda dehqonchilik yalpi mahsuloti ( $u$ ) ning turli ishlab chiqarish omillaridan ( $x_1, x_2, x_3$ ) bog'lanishining quyidagi ko'rinishi berilgan:

$$y = 1,827 \cdot x_1^{-0,109} \cdot x_2^{0,556} \cdot x_3^{0,660}$$

bu yerda  $x_1$  - emirilgan haydaladigan yer, %; kuchli yuvilgan yer;  $x_2$  - xo'jalikning fond bilan ta'minlanganligi (dehqonchilikdagi asosiy fondlar narxi), 1 ga haydaladigan yer uchun mln. sh. bda;  $x_3$  - mehnat resurslari bilan ta'minlanganlik (odam-kun, 1 ga

haydaladigan yer uchun).

Ko'rsatilgan faktorlarning eng ko'p samaradorligi quyidagi

munosabatlardan kelib chiqadi:

$$\frac{dy}{dx_1} = -20x_1^{-1.109} x_2^{0.556} x_3^{0.660}$$

$$\frac{dy}{dx_2} = 1.01x_1^{-0.109} x_2^{-0.444} x_3^{0.660}$$

$$\frac{dy}{dx_3} = 1.21x_1^{-1.109} x_2^{0.556} x_3^{-0.340}$$

Xo'jalikning turli erodirlangan yerlardan foydalanishi bo'yicha  $X_2$  faktorning eng ko'p samaradorligi jadvalda ko'rsatilgan.

-jadval

Fondlar narxi(sh.b)	$X_1$ -mehnat xarajatlari, odam. - kun/ha				
	5	10	15	20	25
		$x_1=20\%$ eroziya			
100	0.27	0.43	0.57	0.69	0.78
150	0.23	0.36	0.47	0.57	0.65
200	0.16	0.25	0.33	0.40	0.46
		$x_1=40\%$ eroziya			
100	0.25	0.40	0.53	0.64	0.73
150	0.21	0.33	0.43	0.52	0.60
200	0.15	0.23	0.31	0.37	0.43

$x_2$  ning eng ko'p samaradorligi

Jadvalda kurinib turibdiki,  $X_2$  ning eng ko'p samaradorligi xo'jaliklar mehnat resurslarining oshishi bilan o'sar ekan. Shu bilan birga  $X_2$  ning eng ko'p samaradorligi xo'jalikning haydaladigan yerlari erodirlanishi tufayli kamayadi, fond bilan ta'minlanish kamayishi tufayli o'sadi. Bundan kelib chiqadiki, xo'jaliklarga fond bilan

ta'minlanishga kam xarajat, katta samaradorlik berar ekan. Ishlab chiqarish funksiyalari faktor argumentlarning shunday turli birikmalarini topishiga imkon berib, berilgan o'zgarmas mahsulot natijasini ta'minlaydi. Bunday birikmalar ishlab chiqarish funksiyalarining izokvant tenglamasi orqali hosil qilinishi mumkin.

Izokvant deganda shunday chiziqlar tushuniladiki, bu chiziqlar faktor-argumentlarining turli birikmalarini xarakterlovchi nuktalar birlashmasini ifodalab, bunda natijaviy ko'rsatkich berilgan qiymatga erishadi. Izokvantni chizish uchun ishlab chiqarish funksiyasini biror bir faktorga nisbatan uni bog'lik o'zgaruvchi deb yechiladi.

(4,31) tenglamadan  $X_2 = 138$  sh.b fiksirlangan qiymatda izokvant tenglamasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$x_3 = \left( \frac{y}{28.3x_1^{-0.109}} \right)^{\frac{1}{0.660}} = 0.0062y^{1.52}x_1^{0.166}$$

Bunga  $u=100$  sh.b. ni qo'yib, izokvantning quyidagi tenglamasini hosil qilamiz:  $x_3 = 6.28x_1^{0.166}$

Ishlab chiqarish natijalari bir birining o'rmini bosuvchi resurslarga bog'liqdir. Ishlab chiqarish natijasini berilgan darajada saqlovchi bir faktorning boshqa bir faktor o'rmini bosishining eng katta

normasi deb ataladi va quyidagicha belgilanadi.  $\frac{dx_1}{dx_2}$ ;

Qaraliyotgan ishlab chiqarish funksiyasi uchun o'rmini bosishning eng katta normasi quyidagilardir.

$$\frac{dx_1}{dx_2} = \frac{x_1}{x_2} \times 5.10 = 5.10 \cdot \frac{x_1}{x_2}$$

$$\frac{dx_1}{dx_3} = \frac{x_1}{x_3} \times 6.05 = 6.05 \cdot \frac{x_1}{x_3}$$

$$\frac{dx_3}{dx_2} = \frac{x_3}{x_2} \times 0.84 = -0.84 \cdot \frac{x_3}{x_2}$$

Erodirlangan uchastkaning asosiy ishlab chiqarish fondlari bilan bir birining o'rnini bosish eng katta normasi 4.10 jadvalda keltiriladi.

4.10-jadval

Fond bilan ta'minlanganlik, sh.b/ha	yerlarning erodirlanganligi, %				
	5	10	20	30	40
100	0,26	0,51	1,02	1,,53	2,04
150	0,17	0,34	0,68	1,02	1,36
200	0,13	0,26	0,51	0,77	1,02

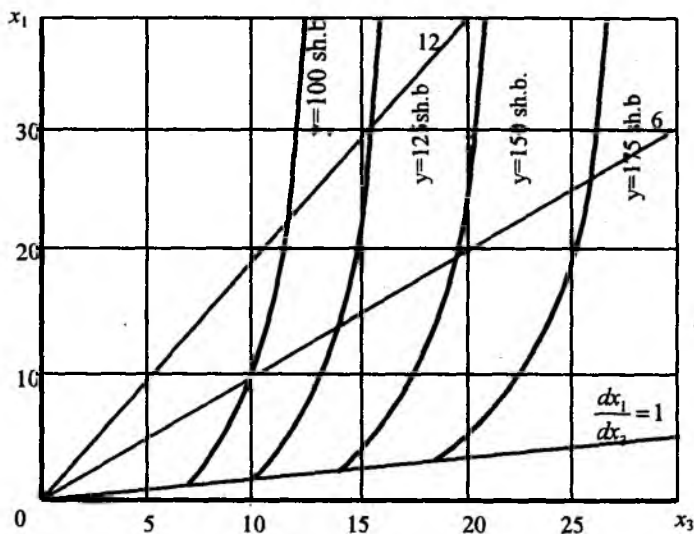
#### O'rnini bosishning eng katta normasi

Bu holda erodirlanganing dehqonchilikning asosiy ishlab chiqarish fondlari bilan bir birining o'rnini bosishi, kuchli eroziyaga uchragan yerdan fond bilan ta'minlanganligini oshirish hisobiga bir xil hajmda mahsulot olishni anglatadi.

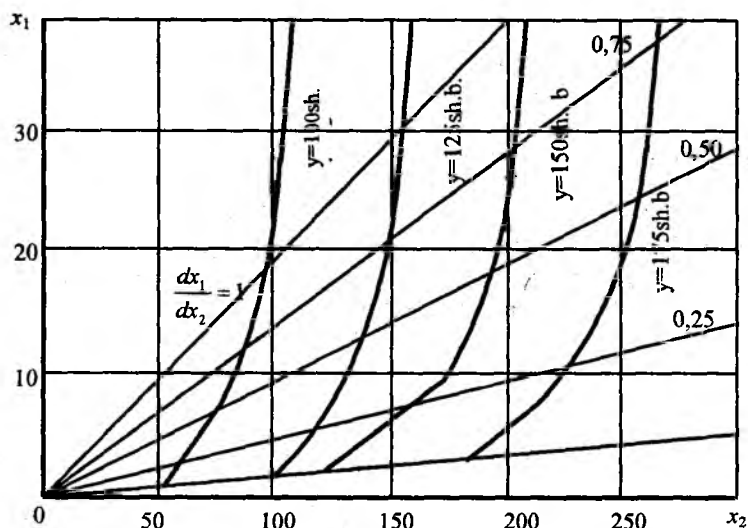
$X_1=20\%$  va  $X_2=100$  sh.b. bo'lganda o'rnini bosishning eng katta normasi 1 ha uchun 1,02 bo'ladi. Bundan kelib chiqadiki, eroziyani 5,1 % ga oshirib, mahsulot yetishtirishni olding hajmda ushlab turish uchun fond bilan ta'minganlik 1 ga haydaladigan yer uchun 5 sh.b. oshishi kerak ekan.

Fond bilan ta'minganlikni oshishi bilan o'rnini bosishning eng katta normasi kamayadi.  $X_1=20\%$  va  $X_2=200$  sh.b. bo'lganda eroziyaning 5,1% ga oshishi fondlarning 1 ga uchun 10 sh.b. hisobida usishini talab qiladi.

Rasmda keltirilgan izokvantlar dehqonchilik mahsulotlari 1 ha yerdan ham yer eroziyasi 3% bo'lganda 100 sh.b. bo'lishi uchun 1 ha yerda 7 odam-kun sarf qilishi kerakligini ko'rsatadi.



1-rasm. Erodirlangan yer va mehnat resurslari



2-rasm. Erodirlangan yer va fond bilan ta'minlanganlik

Darajali funksiya uchun elastiklik koeffitsiyenti faktorlardan



birontasi 1% ga o'zgaranda (boshqa faktorlar o'zgarimasdan) bog'liq o'zgaruvchining necha % ga o'zgarishini ko'rsatadi.

Haralayotgan funksiya uchun elastiklik koeffitsienti quyidagilarni bildiradi:  $x_1$  erodirlangan uchastkani 1% ga oshirishdan  $U$ -mahsulot narxi 0,109 ga kamayadi, fond Bilan ta'minlanganlikni 1% ga oshirish orqali  $u$  0,556% ga oshadi. Natijaviy ko'rsatkichga eng ko'p ta'sir qilayotgan  $X_3$  —mehnat xarajatlari, uning 1% ga oshishi yalpi mahsulotni 0,66 ga oshiradi.

Ishlab chiqarish funksiyalari yer tuzish va yer kadastrida quyidagi ahamiyatlarga ega:

1. Yer tuzish va yer kadastridagi eng muhim iqtisodiy bog'lanishlarni tahlil qilishda ishlatiladi.

2. Ishlab chiqarish funksiyalari orqali natijaviy ko'rsatkich qiymatini rejalashtirish mumkin.

3. Ishlab chiqarish funksiyalari natijaviy ko'rsatkichning optimal qiymatlarini topishda ishlatiladi.

**7.4.2-topshiriq.** Arpa hosildorligining quyidagi ishlab chiqarish funksiyasi hosil qilingan:  $u = 3,0 + 0,26x_1 + 0,036x_2 + 0,01x_3$  bu yerda  $x_1$  — yerning sifati, bal,  $x_2$ , — solingan o'g'it miqdori, 1 ga haydaladigan yerga kg ta'sir qiluvchi moddalarda,  $x_3$  — ishlab chiqarishning asosiy fondlar bilan ta'minlanganligi, 1 ga haydaladigan yerga sh. b da.

$x_2$  va  $x_3$  ko'rsatkichlarning istiqboldagi qiymatlarini bilgan holda va ularni funksiyaga qo'yish orqali, arpa hosildorligini prognoz qilish mumkin.

Agar  $x_1 = 100$ ,  $x_2 = 200$ ,  $x_3 = 400$  balsa, arpaning hosildorligi

$u = 3,0 + 0,26 \cdot 100 + 0,036 \cdot 200 + 0,01 \cdot 400 = 40,2$  ts/ga bo'ladi.

Ishlab chiqarish funksiyalari natijaviy ko'rsatkichlarning matematik optimumini topishga imkon beruvchi o'zgaruvchilarning qiymatini aniqlash uchun ham ishlatilishi mumkin. Buning uchun omillarning qo'shimcha mahsuloti tenglamasi va klassik matematik usul qo'llanilishi mumkin.

Misol uchun, ikkinchi tartibli parabolaning ekstremal qiymati

$a_0$   $u = a_0 + a_1x + a_2x^2$   $x = -\frac{a_1}{2a_2}$  bo'lganda aniklanadi. Bu

qiymat agar  $a_2 < 0$  bo'lsa, maksimal,  $a_2 > 0$  bo'lganda minimal

bo'ladi. Funktsiyaning ekstremumi bu holda  $a_0 - \frac{a_1^2}{4a_2}$  ga teng bo'ladi.

**7.4.3-topshiriq.** Don yetishtirishga ixtisoslashgan xo'jalik uchun yetishtirilgan yalpi mahsulotning qishloq xo'jalik yerlari maydoniga bog'liqligining ko'rinishi berilgan:  $u = 0,34 + 0,31x - 0,0045x^2$ , bu yerda  $x$  — qishloq xo'jalik yerlari maydoni, ming ga,  $u$  — yalpi mahsulot qiymati, 100 ha uchun sh. b da.

Yalpi mahsulot hajmining maksimal qiymatiga ( $a_2 < 0$ )  $x_0 \approx 34,4$  ming ha bo'lganda erishiladi

$$x_0 \frac{-0,31}{-2 \cdot 0,0045} = \frac{0,31}{0,009}$$

va 5,68 sh. b ga teng bo'ladi.

$$y_{\max} = 0,34 - \frac{(0,31)^2}{-4 \cdot 0,0045} = 0,34 + \frac{0,0961}{0,018}$$

Masalalarni EHM da yechishni maxsus ishlab chiqilgan «STADY» amaliy dasturlar paketi yoki Excel elektron jadvalidagi  $f_x$  funksiyalar ustasi orqali amalga oshirish mumkin.

Quyida MS Excel elektron jadvali orqali regressiya va korrelyasiya modellarini tuzish ketma-ketligi ko'rsatilgan:

**Masala.** (U) hosildorlik va (X) erning sifati hahidagi ma'lumotlar asosida regressiya tenglamasi va korrelyasiya koeffisientini toping. Ma'lumotlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Xo'jaliklar	Hosildorlik, $Y_i$	Yerning sifati, $X_i$	Xo'jaliklar	Hosildorlik, $Y_i$	Yerning sifati, $X_i$
1.	18,1+k	55	11.	18,9+k	58
2.	21,1+k	50	12.	25,9+k	98
3.	22,9+k	68	13.	18,5+k	60
4.	18,9+k	48	14.	24,0+k	100
5.	18,6+k	87	15.	17,4+k	40
6.	30,5+k	100	16.	23,9+k	94
7.	23,4+k	75	17.	23,8+k	94
8.	27,6+k	80	18.	20,4+k	95
9.	20,9+k	66	19.	29,2+k	90
10.	18,2+k	58	20.	23,5+k	92

k — talabanning jurnal bo'yicha tartib rahami.

Hosildorlik va erning sifati orasidagi bog'lanish tenglamasini quyidagi chizihli tenglama ko'rinishida qidiramiz:

$$Y = a + bx$$

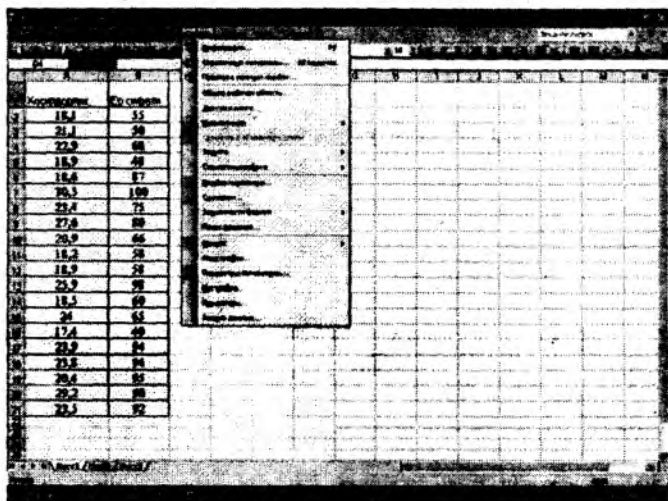
Bu yerda  $a, b$  lar noma'lum parametrlar bo'lib, bu noma'lum parametrlarni eng kichik kvadratlar usulidan foydalanib baholash mumkin.

Bu noma'lumlarni topib, regressiya tenglamasini, MS EXCEL elektron jadvalida quyidagi ketma ketlikda, hosil qilish mumkin:

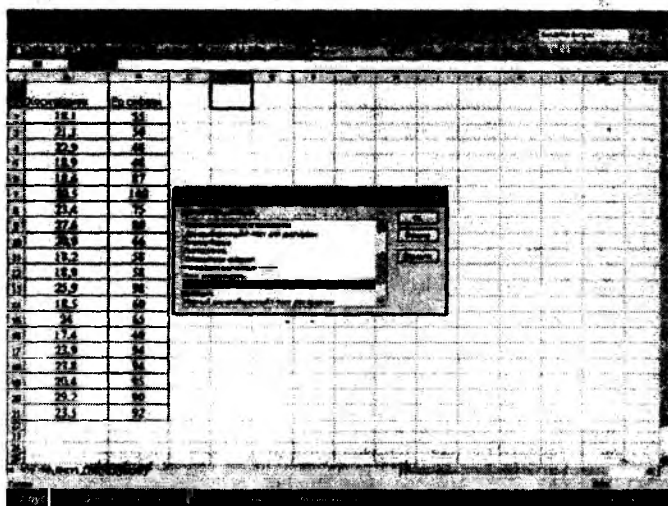
1. MS EXCEL elektron jadvaliga ma'lumotlarni kiritish kerak.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Xo'riyatlar	Er sifati												
2	18.1	55												
3	21.1	50												
4	22.9	68												
5	18.9	48												
6	18.6	87												
7	30.5	100												
8	23.4	75												
9	27.6	80												
10	20.9	66												
11	18.2	58												
12	18.9	58												
13	23.9	98												
14	18.5	60												
15	24	65												
16	17.4	40												
17	23.9	94												
18	23.8	94												
19	20.4	95												
20	29.2	90												
21	23.5	92												
22														
23														
24														
25														

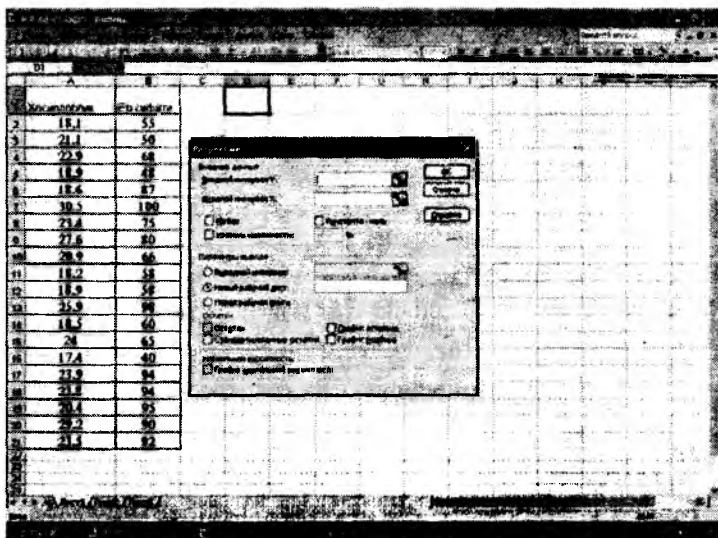
1. Kursorni D1 katagiga qo'yib, menyu qatoridan "Cepsuc" →bo'limini tanlaganimizda quyidagi muloqot oynasi chiqadi.



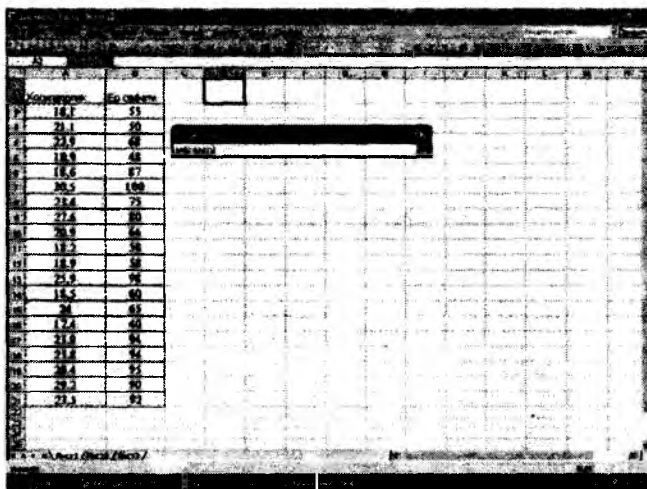
Bu yerdan *Анализ данных* bo'limini tanlaganimizda navbatdagi muloqot oynasi chihadi. Agar *Анализ данных* bo'lmasa uni *Надстройка* orqali hosil qilish mumkin:



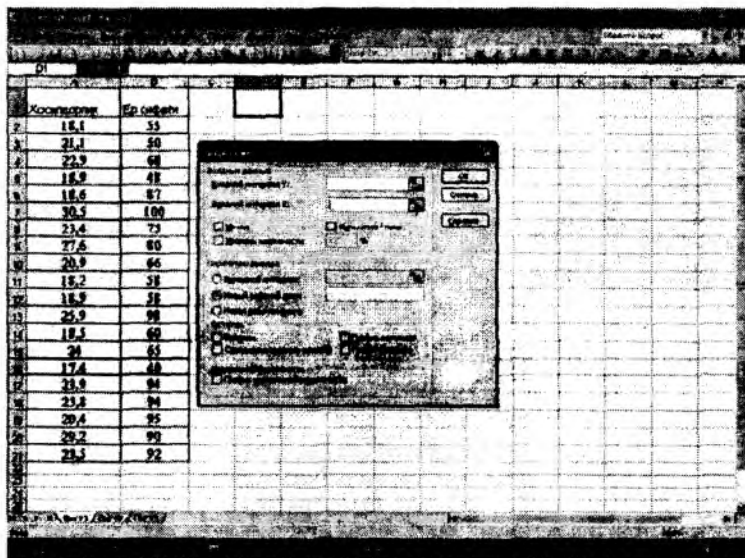
Bu muloqot oynasi ichidan *Регрессия* ni tanlab OK tugmasini bossak, quyidagi muloqot oynasi hosil bo'ladi:




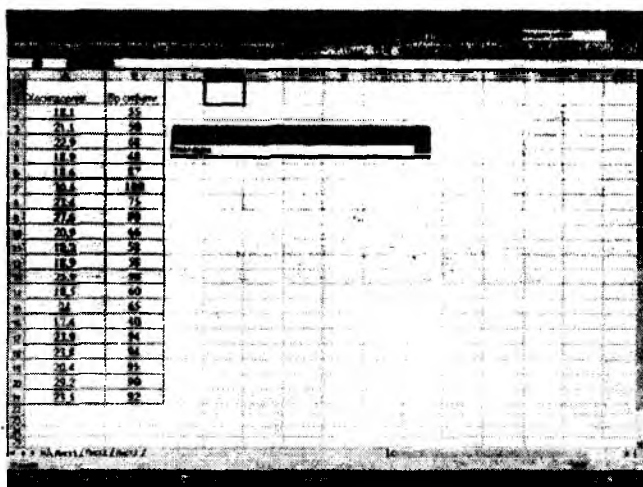
Mulohot oynasidagi *Входной интервал* U to'g'risidagi belgini bossak va «Hosildorlik ustunini belgilasak quyidagi hosil bo'ladi:




Yana belgini bossak, quyidagi oyna hosil bo'ladi:



Bu oynadan *входной интервал*  $X$  ni tanlab  belgini bossak



hosil bo'лади. Dastlabki muloqot oynasiga o'tish uchun  belgini bosamiz va quyidagini hosil qilamiz:

№	Коеффициент	Ер сифати
5	18.1	55
6	21.1	50
7	22.9	48
8	18.9	48
9	18.6	47
10	20.5	100
11	21.4	75
12	27.6	80
13	20.8	66
14	18.2	58
15	18.9	58
16	25.9	89
17	18.5	60
18	28	65
19	17.4	40
20	23.8	94
21	23.8	94
22	20.4	95
23	28.2	90
24	21.5	82

Bu oynadagi OK tugmasini bossak, quyidagi natijaviy jadvalni hosil qilamiz:

№	Коеффициент	Ер сифати
5	18.1	55
6	21.1	50
7	22.9	48
8	18.9	48
9	18.6	47
10	20.5	100
11	21.4	75
12	27.6	80
13	20.8	66
14	18.2	58
15	18.9	58
16	25.9	89
17	18.5	60
18	28	65
19	17.4	40
20	23.8	94
21	23.8	94
22	20.4	95
23	28.2	90
24	21.5	82

Bu natijani quyidagicha tahlil qilamiz:  
 Коеффициенти va U-пересечение kesishmasida turgan 12,009 soni a ning bahosini Коеффициенти va Переменная x1 kesishmasida turgan

0,1395 esa  $b$  ning bahosini bildiradi. Tepadagi *Регрессионная статистика* va *Множественный* kesishmasida turgan 0,69 qiymat korrelyatsiya koeffitsienti qiymatini bildiradi.

Ko'p o'zgaruvchili regressiya bog'lanishi uchun ham shu ketma ketlikda bajariladi.

### **Tayanch so'z va iboralar.**

Axborot ta'minoti, matritsa, yer tuzish axboroti, normativ koeffitsiyentlar, proportsionallik koeffitsiyentlari, bog'lovchi koeffitsiyentlar, statistik, erkli o'zgaruvchi, erksiz o'zgaruvchi, omillar, eng kichik kvadratlar usuli, regressiya, korrelyatsiya. Determinatsiya, ishlab chiqarish funksiyalari, normal tenglamalar sistemasi, Styudent jadvali, kriteriya.

### **7-bobga doir savollar**

1. Yer tuzish axborotlariga nimalar kiradi, ularga misollar keltiring.
2. Optimallashtiruvchi iqtisodiy-matematik modellashtirish matritsasi va uni to'ldirishda qatnashadigan axborotlar turlari.
3. Iqtisodiy-statistik modellashtirishning asosiy elementlari.
4. Bog'lanishlar turlari va ularning ifodalanishi.
5. Ishlab chiqarish funksiyalari nima?
6. Ishlab chiqarish funksiyalarining turlarini ayting.
7. Ishlab chiqarish funksiyalarida noma'lum parametrlar qanday usul bilan topiladi?
8. Eng kichik kvadratlar usuli bilan nima aniqlanadi?
9. Pegressiya tenglamasini tuzish yullarini ko'rsating va u nimani aniqlashini tushuntirib bering.
10. Korrelyatsiya koeffitsiyenti qanday aniqlanadi va uning ma'nosi?
11. Korrelyatsiya koeffitsiyentining haqqoniyligini aniqlash..
12. Determinatsiya koeffitsiyenti nimani ifodalaydi?
13. Styudent kriteriyasi bilan nimani aniqlash mumkin?
14. Ishlab chiqarish funksiyalarini, yerdan foydalanishning qaysi masalalarini yechishda, qo'llash mumkin?



## VIII BOB KORXONALAR RESURSLARIDAN OPTIMAL FOYDALANISH YO'NALISHLARINI ANIQLASHNING IQTISODIY MATEMATIK MODELLARI

### 8.1. Xo'jalikni optimal ixtisoslashtirish va qishloq xo'jalik korxonalarini resurslaridan optimal foydalanish yo'nalishlarini aniqlashning iqtisodiy matematik modeli

Xo'jaliklarni optimal ixtisoslashtirish deb, ishlab chiqarishning shunday yo'nalishiga aytamizki, bu yo'nalishda xo'jalikdagi mavjud sharoitda yerdan, mehnat resurslaridan, texnikadan va boshqa resurslardan unumli foydalanishga imkon beruvchi va shu resurslardan foydalanib, minimum xarajat sarf qilib maksimum mahsulot ishlab chiqarish tushuniladi.

Bu turdagi masalalarni yechish uchun quyidagi oddiy matematik modelni qaraymiz. Buning uchun quyidagi belgilashlarni olamiz:

$M$  – ishlab chiqarish resurslari to'plami bo'lsin.  $M = (1, 2, \dots, m)$

$l$  – tarmoqlar va mahsulotlar turi

$a_{ij} - j$  turdagi mahsulotni ishlab chiqarish uchun  $i$ - turdagi resursning sarf qilinish normasi.

$b_j - j$  - turdagi ishlab chiqarish resurslari turi.

$c_j - j$  - turdagi birlik mahsulotning bahosi.

$x_j - j$  - turdagi mahsulotning miqdori.

U holda masalaning umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$C = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

maqsad funksiya va cheklanish tengsizliklari

$$1. \sum_{j=1}^l a_{ij} x_j \leq b_i \quad i \in M$$

2.  $x_j \geq 0$  Biz chiziqli dasturlash masalalarining asosi bo'lib xizmat qiluvchi modelning umumiy ko'rinishini hosil qildik.

Bu hosil bo'lgan model oddiy model bo'lib, iqtisodiy ob'ektlar modelini bu asosda tuzish ba'zi qiyinchiliklarni tug'diradi. Modellar modellashtirilayotgan ob'ektning muhim iqtisodiy bog'lanishlarini aks ettirishi kerak. Shuning uchun modelga aniqlik kiritish kerak.

Demak, shunday iqtisodiy matematik model tuzishimiz kerakki, bu model tuman qishloq xo'jalik korxonalari resurslari potentsialini hisobga olgan holda yerdan foydalanishni aks ettirsin.

Model matritsasini to'ldirish uchun quyidagi ko'rsatkichlarni hisoblab olish kerak:

1) tuman xo'jaliklari bo'yicha yerlarni o'zlashtirish samaradorligi va undan foydalanishni jadallashtirish ko'rsatkichlari ( $K_k$ )

$$K_k = \frac{\sum_i S_{ijk} M_{ik}}{\sum_i M_{ik}},$$

bu yerda  $S_{ijk}$  -  $i$ -obektdagi  $j$ -yo'nalish bo'yicha  $k$ -xo'jalikda kutilgan sof foydani oshirish uchun melioratsiya ishlarini amalga oshirishda sarf qilingan xarajatlar, m.sum;  $M_{ik}$  -  $k$ - xo'jalikdagi melioratsiya o'tkazilgan  $i$ -ob'ekt maydoni, ga;

2) lga qishloq xo'jalik yerga nisbatan yetishtirilgan tovar mahsuloti bo'yicha ishlab chiqarish resurslari bahosi

$$T = a_0 + a_1 H + a_2 P + a_3 Y + a_4 O,$$

bu yerda  $H$  - lha yerga nisbatan qishloq-xo'jaligi uchun ishlatilgan asosiy ishlab chiqarish fondlari narxi;  $P$  - mehnat resurslari

miqdori, odam/ga;  $Y$  - solingan minyeral o'g'itlar miqdori ts,  $O$ - sotib olingan ozuqa miqdori

$a_1, a_2, a_3, a_4$  - tenglama koeffitsiyentlari,  $a_0$  - ozod had.

Bu vazifani bajarish uchun quyidagi ma'lumotlarni yig'ish kerak: tuman yer fondi; qishloq xo'jalik korxonalarining yer eksplikatsiyasi; yer sifatining bahosi; qishloq xo'jalik korxonalarini qaysi sohaga ixtisoslashlanganligini; ekin maydonlarini tarkibining tuzilishi; qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligi, qishloq xo'jalik mollarining soni va ularning mahsuldorligi, qishloq xo'jalik ishlab chiqarishda qatnashayotgan ishchilarning soni, qishloq xo'jalik uchun kerak bo'ladigan asosiy fondlar; mineral o'g'itlar to'g'risidagi ma'lumotlar; chorvachilik uchun ozuqa bazalari; qishloq xo'jalik ishlab chiqarishning tarmoqlar bo'yicha ishlab chiqariladigan yalpi va tovar mahsulotlarining asil miqdorlari to'g'risidagi ma'lumotlar olingan bo'lishi kerak.

Iqtisodiy matematik model bloklardan iborat bo'lib, har bir blok har bir xo'jalikning ishlab chiqarish resurslarini bahosini hisobga olib, ularning tovar mahsulotlariga chiqishini bildiradi, modelning oxirida bog'lovchi blok tuziladi. Bog'lovchi blokda har bir qishloq xo'jalik mahsulotlariga davlat buyurtmalari, ishchi kuchlariga talab va umumiy xarajatlar aks etadi. Shulardan yer fondining shirkat, fermer va dehqon xo'jaliklari orasida qayta taqsimlanishi zarurligi va maqsadga muvofiqligi kelib chiqadi.

Ishlab chiqarish resurslarini taqsimlashning shunday rejasini tuzish kerakki, natijada maqsad funksiya ekstremum qiymatga erishsin. (ya'ni maksimum sof foyda va minimum ishlab chiqarish xarajatlari).

Bu modelni tuzish uchun avvalo quyidagi belgilashlar kiritiladi:

Belgilashlar:

$j$  - qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi tarmoqlari soni.

$p$  - mollarning yoshi va jinsi bo'yicha turlari.

$k$  - xo'jaliklar soni.

$q$  – tumandagi ishlab chiqarish hajmi.

$x_i$  –  $j$ - qishloq xo'jalik mahsulotlariga bo'lgan buyurtmalarining hajmi.

$x_p$   $p$  - turdagi mollar soni, bosh.

$x_i$   $t$  - turdagi cheklangan resurslarning turi.

$x_s$   $s$  - turdagi yerlarning maydoni.

$x_{s1}$   $s1$  - turdagi yerlarning yetishmagan maydoni, ga

$x_q$   $q$  - turdagi ishlab chiqarish resurslariga bo'lgan talab.

$x_{kp}$   $k$  -  $k$ -chi xo'jalikdagi boquvdagi  $r$ - molning solishtirma og'irligi

, %  
 $b_{kp}$   $k$ - xo'jalikdagi  $p$ -chi turdagi molning mahsuldorligi, s.

$a_{kj}$   $k$ - xo'jalikdagi  $j$ - mahsulotni 1 s ishlab chiqarish uchun ajratilgan yerning hisoblangan maydoni:

$$a_{kj} = \frac{S_k}{T_k},$$

bu yerda  $S_k$  –  $k$ -xo'jalikdagi yerlarning solishtirma maydoni, ha;  $T_k$  –  $k$ -xo'jalikdagi shga yerga nisbatan olingan tovar mahsulotlari hajmi.

$K_{ki}$  - sotib olingan oзуqalar hisobiga qisqartirilgan shartli ekin maydonlarining koeffitsiyenti:

$$t_{kj} = \frac{T'_k}{T_k},$$

bu yerda  $t_{kj}$  –  $k$  - xo'jalikdagi,  $j$ - turdagi tovar mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarf bo'lgan mehnat xarajatlari.

$T'_k$  –  $k$ -xo'jalikdagi mehnat resurslari, odam-soatda,

$T_k$  –  $k$ -xo'jalikdagi 1ga qishloq xo'jalik yerlariga to'g'ri keladigan tovar mahsulot turi, s;

$f_{kj}$  –  $k$  - xo'jalikdagi  $j$  - turdagi 1 s tovar mahsulotga to'g'ri keladigan asosiy fondlar soni, sh.b,

$$f_{kj} = \frac{F_k}{T_k},$$

bu yerda  $k$ -xo'jalikdagi asosiy fondlar soni, m.sh. bda;

$m_{kj}$  -  $k$  - xo'jalikdagi  $j$  - turdagi 1 s tovar mahsulotni yetishtirish uchun sarf qilingan minyeral o'g'itlar.

$$m_{kj} = \frac{M}{T_{kj}},$$

$M$ -tumandagi mavjud minyeral ug'itlar;  $T_{kj}$  -  $k$ -xo'jalikdagi  $j$ -turdagi yetishtirilgan tovar mahsuloti;

$V_{kj}$  -  $k$  - xo'jalikdagi  $j$  - turdagi 1 s tovar mahsulotni yetishtirish uchun sarf bo'lgan resurslarning loyiha-normativ ko'rsatkichi.

$s_j$  -  $j$  - turdagi 1 s tovar mahsulotning bahosi.

$s_k$  -  $k$  - xo'jalikdagi dehqonchilikdagi tovar mahsulotning ishlab chiqarish hajmi.

$C_{k_1}, C_{k_2}$  -  $k$  - xo'jalikdagi chorvachilik mahsulotlari uchun mumkin bo'lgan buyurtmalarining minimal va maksimal hajmi, s.

$S_{ky}$  -  $k$  - foydalanilayotgan yerning haqiqiy maydoni, ha.

$T_k$  -  $k$  - xo'jalikdagi meqnat resurslarining hajmi, odam-soat,

$F_k$  -  $k$  - xo'jalikdagi qishloq xo'jaligi uchun mo'ljallangan asosiy fondlarning hajmi, sh.b.

$V_1, V_2$  - qishloq xo'jalik mahsulotlariga bo'lgan davlat buyurtmalarining mumkin bo'lgan maksimal va minimal loyiha normativ ko'rsatkichlarining hajmi.

$D_i$  - tumandagi  $i$  - turdagi mahsulotga davlat buyurtmasi.

$K_0$  – tumandagi qo‘shimcha kontsentrlangan ozuqa, s. ozuqa birligi;

$K_{ry}$  – yerlarni o‘zlashtirish va melioratsiya ishlariga ishlatiladigan asosiy fondlarga sarf qilingan kapital mablag‘lar.

$\gamma$  – qishloq-xo‘jaligi uchun tavsiya qilingan kapital qo‘yilmalarning 1 m.sh. b uchun asosiy fondlar o‘shish ko‘rsatkichi, m.sh. b;

$M_1, M_2$  – dehqonchilik va chorvachilik mahsulotlari turlarining to‘plamlari.

$M_3$  – mollarning yoshi va turlarining to‘plami.

$M_4$  – yer mulklarining to‘plami,  $M_5, M_6, M_7$  – minyeral o‘g‘itlar, ozuqalar uchun olinadigan resurslar to‘plami,  $M_8$  – tovar mahsulotlari to‘plami,  $M_9, M_{11}, M_{12}$  – tuman atroflarida hosildor yerlarni qo‘shish, ishlab chiqarishni rivojlantirish uchun pul-buyum vositalari va qo‘shimcha jalb qilingan ishchi kuchlari to‘plamlari;  $M_{10}$  – ishlab chiqarish xarajatlari to‘plami;  $M_{13}$  – xarid turlari to‘plami.

U holda masalaning matematik modeli quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$Z = \sum_q x_q \rightarrow \min$$

yoki

$$Z = \sum_j c_j x_j \rightarrow \max$$

Cheklanish shartlari esa quyidagicha bo‘ladi:

1). Xo‘jalikdagi har bir tovar mahsulotlarining hajmi bo‘yicha dehqonchilikda:

$$X_{kj} = C_k, j \in M_1, k \in k;$$

chorvachilikda:

$$X_{kj} \leq S_{k1} \quad (\min)$$

$$X_{kj} \geq C_{k2} \quad (\max) \quad j \in M_2$$

2). Mollar guruhlarining o‘zaro nisbati bo‘yicha % :

$$X_{kp} - X_{kp}X_p = 0, p \in M_3;$$

$$\sum V_{kj} X_{kj} - \sum \beta_{kj} x_{kj} \leq V_2 \quad (\text{min})$$

$$j \in M_1, M_2, i = M_{13}$$

3). Chorvachilik mahsulotlarining mahsuldorligi bo'yicha:

$$X_{kj} - b_{kp}X_p \leq 0, j \in M_2, p \in M_3$$

4). Yerlarning haqiqiy maydoni, ha :

$$X_{ks} = S_{ky}, S \in M_4;$$

5). Yerlarning hisoblangan maydoni, ha :

$$\sum a_{kj} x_{kj} - K_{ki} X_{ki} - X_{ks} \leq 0, j \in M_4; i \in M_5$$

6). Xo'jalikdagi mehnat resurslarining ishlatilishi bo'yicha, odam, soat:

$$\sum t_{kj} x_{kj} \leq T_k, j \in M_1, M_2.$$

7). Qishloq xo'jaligida ishlatiladigan asosiy fondlar bo'yicha, sh.b:

$$\sum f_{kj} x_{kj} - x_{ki} = F_k, j \in M_1, M_2, i \in M_6$$

8). Mineral o'g'itlarga bo'lgan talab, ha :

$$\sum m_{kj} x_{kj} - x_{ki} \leq 0, j \in M_1, M_2, i \in M_7$$

9). Buyurtmalarining loyiha normativ hajmi, sh.b:

$$\sum V_{kj} X_{kj} - \sum \beta_{ki} x_{ki} \geq V_1 \quad (\text{max})$$

$$\sum V_{kj} X_{kj} - \sum \beta_{ki} x_{ki} \leq V_1 \quad (\text{min})$$

$$j \in M_1, M_2, i \in M_{13}$$

### Bog'lovchi blok.

Tumandagi ayrim turdagi qishloq xo'jalik mahsulotlarga davlat buyurtmalari bo'yicha, sh. b.

$$\sum \sum x_{kj} = 3_i, i \in M_8, k \in K, j \in M_1, M_2$$

2. Tuman yer maydonlarining o'zgarishi bo'yicha, ha

$$\sum \sum a_{kj} x_{kj} - x_q = 0; q \in M_9, k \in K, j \in M_1, M_2$$

3. Tumandagi ishlab chiqarish xarajatlari bo'yicha, sh. b:

$$\sum \sum U_{kj} X_{kj} - X_q = 0; q \in M_{10}, k \in K, j \in M_1, M_2$$

4. Tuman bo'yicha ishchi kuchlariga bo'lgan talab bo'yicha:

$$\sum \sum t_{kj} x_{kj} - x_q = 0; q \in M_{11}, k \in K, j \in M_1, M_2$$

5. Tumandagi qishloq xo'jaligi uchun ishlatiladigan asosiy fondlar bo'yicha, sh. b:  $\sum \sum f_{kj} x_{kj} - x_q = 0$

6. Cheklangan resurslar bo'yicha, sh. b:

$$X_{ki} \leq L_i, i \in M_5, M_6, M_7$$

7. Tumandagi yer maydonlari balansi bo'yicha :

$$-X_{ks} + X_{ksl} + X_q = 0$$

$$X_{ks} \geq 0, X_{ksl} \geq 0, X_q \geq 0, X_p \geq 0, X_{ki} \geq 0, X_{kj} \geq 0.$$

**Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar.**

**8.1.1 -topshiriq.** Xo'jaliklar guruhlarini bo'yicha kengaytirilgan iqtisodiy-matematik model tuzilsin va dastlabki ma'lumotlardan foydalanib masalani kompyuterda echilsin. Dastlabki ma'lumotlar 8.1.1-jadvalda keltirilgan.



## 8.1.1-jadval

Xo'jaliklar nomi	Qishlok-xo'jalik yerlari maydoni, ha			Er sifati - ning ball boniteti	Tovar mahsulotlari narxi sh. b	Asosiy ishlab chiqarish fondlari narxi sh. b	Mehnat resurslari odam	Sotib olinadigan ozuqa ts.oz.birl	Minyeral o'g'itlar U.t.k.m.
	Jami	Shu jumladan							
		Haydaladigan yer	Yaylovlar						
Mansur ota	340	220	50	70	1624	9680	21	25	4
Qo'shrabod	350	215	67	68	3724	7820	30	30	5
Zarafshon	300	200	40	60	3890	4900	25	14	3
Sangzar	400	250	70	80	4026	4570	40	20	4
G'allaorol	280	200	30	50	4085	6300	35	16	5
Zarkent	310	210	45	55	2460	6110	30	18	6
Piskent	420	300	50	70	3100	4100	32	15	5
Yangiobod	360	260	40	60	3110	4820	39	19	2
Yangiaria	280	150	70	60	3560	3590	40	17	6
Oxunboboev	320	195	62	63	4720	5780	41	21	3

Xo'jaliklar nomi	Hosildorlik, ts./ga										Yirik shohli mollar maxsuldorligi	
	Don ekinlari	Paxta	Ko'p yillik o'tlar		Piehanzorlar		Yaylovlar		Ita sigirdan sog'iladig ansum, ts	Tirik vazin o'sishi, ts./bosh		
			Xashak uchun	Ko'k ozuqa uchun	Tabiiy	Takomill ashtirilgan	Tabiiy	Takomill lashtirilgan				
Mansur ota	24,1	23,1	25,1	136	13	30,5	90	-	1500	590		
Qo'shrabod	24,2	23,4	25,2	140	12	30,8	80	170	2200	600		
Zarafshon	28,5	27,3	29,6	160	15	-	90	180	1500	550		
Sangzar	25,0	23,9	27,0	190	16	-	90	200	2200	650		
G'allaorol	24,9	23,9	25	150	12	-	85	-	2550	500		
Zarkent	25,2	24,1	27,2	160	14	31,4	90	-	2600	500		
Piskent	31,0	29,9	31,0	120	10	38,0	70	150	2100	590		
Yangiobod	33,3	32,2	34,3	130	11	-	72	170	2200	600		
Yangiarig	32,1	31,0	33,1	125	12	38,3	80	165	2360	660		
Oxunbobo ev	33,4	32,3	35,4	150	13	-	70	180	2300	650		
Jami	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
O'rtacha	28,17	27,11	29,2	146,1	12,8	33,8	81,7	173,5	2166	589		

Dastlabki ma'lumotlar

## 8.2. Fermer xo'jaligi yerga egalik qilishi optimal o'lchamini aniqlashning iqtisodiy-matematik modeli

**Masalaning qo'yilishi.** Fermer xo'jaliklarining o'lchami va tuzilishi ya'ni yer boyliklari maydoni va tarkibi, asosiy va yordamchi tarmoqlarning o'lchami va ularning uyg'unlashuvi ko'p miqdordagi tabiiy va iqtisodiy omillardan bog'liqdir. Bitta xo'jalik uchun batamom aniq yer, mehnat va kapital resurslaridan foydalanib, ishlab chiqarish va xududni tashkil qilishning turli variantlarini hosil qilish mumkin. Maqsad fermer manfaatiga mos keluvchi maksimal iqtisodiy samara beruvchi eng optimalini tanlashdan iboratdir. Bu masalani, EHM orqali matematik modellashtirish usullaridan foydalanib, yechish mumkin. Masalaning qo'yilishi ikkita asosiy qismdan iborat bo'lishi mumkin. Birinchisi shundan iboratki, fermer xo'jaliklari yerlarining maydoni va tuzilishi ma'lum bo'lganda turli xildagi mahsulotlarni ishlab chiqarishning optimal o'lchamini aniqlash. Bunday masala ko'plab ilmiy va o'quv adabiyotlarda yozilgan tarmoqlar optimal uyg'unligini aniqlashning standart iqtisodiy-matematik masalasidan farq qilmaydi.

Oilasi katta kichikligi, moliyaviy imkoniyatlari va aniq iqtisodiy holatini hisobga olgan holda fermer xo'jaliklari umumiy maydoni va tuzilmasini o'rnatish va bir vaqtda ishlab chiqarishni optimallashtirish juda murakkabdир. Xo'jalik resurslarini, unga qarashli yerlarning bahosi, sifat tasniflarini o'zgartirish va boshqa shartlar orqali kutilgan iqtisodiy natija va parametrlarga mos keluvchi u yoki bu holat uchun optimal rivojlantirishning turli variantlarini tanlash mumkin.

Birinchi masala ikkinchi masalaning xususiy holidir, shuning uchun iqtisodiy-matematik modelni keyingisidan kelib chikib tuzgan maqsadga muvofiqdir.

Masalaning barcha asosiy o'zgaruvchilarini quyidagi to'plamlarga bo'lamiz:

$\chi_j (j \in Q_1)$  — fermer xo'jaligida ekiladigan qishlok xo'jalik ekinlari maydoni, ga;

$\chi_j (j \in Q_2)$  — qishloq xo'jalik yerlari maydoni, ha;

$\chi_j (j \in Q_3)$  — mollar soni.

Masalada shuningdek qo'shimcha o'zgaruvchilar ham ishlatiladi:

$\chi_0$  — fermer xo'jaligi qishloq xo'jalik yerlari umumiy maydoni, ga;

$\chi_n$  — xo'jalikning haydaladigan yerlar umumiy maydoni, ha;

$\chi_y$  — qo'shimcha olinadigan organik o'g'itlar miqdori, t;

$\chi_{kk}$  — olinadigan kombikormalar umumiy miqdori, ts;

$\chi_N, \chi_P, \chi_K$  — azotli, fosforli va kaliyli o'g'itlarga mos kelgan talab, kg t.q.m.;

$\chi_3$  — umumiy ishlab chiqarish xarajatlari, sh. b.;

$\chi_j (j \in Q_4)$  — xo'jalikda kapital quyilmalarni ishlatish yo'nalishini rakterlaydigan o'zgaruvchilar, sh. b (bularga ishlab chiqarish qurilishiga sarf qilinadigan kapital xarajatlar kiradi: binolar va inshootlar, chorvachilik uchun uskunalarni sotib olish); qishloq xo'jalik texnikasini sotib olish; avtotransport olish va ishlatish; chorva mollari va parrandalar sotib olish.

Masalaga, kapital quyilmalar hajmi va yerning melioratsiyasi, erroziyaga qarshi tadbirlar, ko'p yillik ko'chatlarni ekish kabi, qo'shimcha o'zgaruvchilarni qo'shish mumkin.

Masalaga, shuningdek, quyidagi o'zgaruvchilarni qo'shish mumkin:

$\chi_k$  — kapital quyilmalar umumiy hajmi, sum;

$\chi_{ii}$  - dolzarb vaqtlarda jalb qilinadigan mehnat resurslari, odam-soat;

$\chi_j (j \in Q_s)$  - dehqonchilik va chorvachilik tovar mahsulotlarini yetishtirish hajmi, t.

O'zgaruvchilarga quyidagi shartlar qo'yiladi:

1. Umumiy qishloq xo'jalik yerlari bo'yicha:

$$2. \sum_{j \in Q_1} \chi_j + \sum_{j \in Q_2} \chi_j - \chi_0 = 0$$

3. Haydaladigan yerlar bo'yicha:  $\sum_{j \in Q_3} \chi_j - \chi_n = 0$

4. Mehnat resurslari bo'yicha:

$$\sum_{j \in Q} t_{ij} \chi_j - \chi_y \leq T_i (i \in M_1), Q = Q_1 \cup Q_2 \cup Q_3,$$

bu yerda  $t_{ij}$  - 1ha maydonga to'g'ri keluvchi sarf qilingan mehnat normasi yoki  $i$  -davrga mos keluvchi (o'rtacha bir yil, yig'im-terim davri uchun va hokazo) bir bosh chorva mollar uchun uchun, odam.-soat;  $T_i$   $i$  -davrdagi umumiy mehnat resurslari;  $M_1$  - tanlangan ish davrlari to'plami.

4. Tuproqdagi gumus taqchilligi bo'lmagan balans tarkibi bo'yicha tuproq hosildorligini qayta ishlab chiqish uchun sharoitni hosil qilish:

$$\sum_{j \in Q_1 \cup Q_2} a_j \chi_j - \sum_{j \in Q_3} \beta_j \chi_j - \chi_y \leq 0,$$

bu yerda  $a_j$  - qishloq xo'jalik ekinlari va yerlaridagi gumusni mineralashtirish normasi (yig'ilishi), t 1ha uchun ( «+» belgisi gumusning chiqishida «-» belgisi uning hosil bo'lishida qo'yiladi);  $\beta_j$  - bir bosh qora moldan olinadigan organik o'g'itlarni solish orqali gumus hosil bo'lishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, t.

5. Zarur bo'lgan minyeral o'g'itlar hajmini hisoblash bo'yicha:

$$\sum_{j \in Q_1 \cup Q_2} I_{N_j} x_j - x_N = 0;$$

$$\sum_{j \in Q_1 \cup Q_2} I_{P_j} x_j - x_P = 0;$$

$$\sum_{j \in Q_1 \cup Q_2} I_{K_j} x_j - x_K = 0,$$

bu yerda  $I_N, I_P, I_K$  - lga maydon hisobida mos ravishda solinadigan azotli, fosforli va kaliyli o'g'itlar, kg ta'sir qiluvchi moddalarda.

6. Har yilgi ishlab chiqarish xarajatlarining hisobi bo'yicha (xo'jalik a'zolarining ish xaqini hisobga olmagan holda):

$$\sum_{j \in Q} \Delta_j x_j + \Delta_{kk} x_{kk} + \Delta_y x_y + \Delta_t x_t - x_3 = 0,$$

bu yerda  $\Delta_j, \Delta_{kk}, \Delta_y, \Delta_t$  - lar 1ha ekinni yetishtirishga mos keluvchi sarf qilingan ishlab chiqarish xarajatlari, shu jumladan minyeral o'g'itlarga, bir bosh molni boqishga sarf kilingan 1 s kombikormaga, 1t organik o'g'itni sotib olishga ketgan xarajatlar, jalb qilinadigan ishchilarning 1odam soati uchun to'lanadigan ish haqidan iboratdir.

7. Fermer xo'jaliklari va uning tuzilmasini tashkil qilish uchun zarur bo'lgan kapital quyilmalar umumiy o'lchami bo'yicha.

$$\sum_{j \in Q_4} x_{kj} - x_k = 0; x_k \leq D$$

$$\eta_{ij} x_j - x_{kj} = 0 (i \in M_2, j \in Q_4),$$

bu yerda  $\eta_{ij}$  -  $i$ -turdagi bitta molxona, sotib olinadigan bir bosh mol, lga haydaladigan yoki boshqa qishloq xo'jalik yerlariga sarf qilinadigan kapital quyilmalar;

$M_2$  - kapital quyilmalarni ishlatishning bir qancha yo'nalishlari to'plami.

8. Ko'k ozuqadan tashqari ozuqalar bo'yicha (ozuqa birligida, hazm qiluvchi protein, fizik massasida):

$$- \sum_{j \in Q_1 \cup Q_2} y_{ij} x_j + \sum_{j \in Q_3} v_{ij} y_j \leq 0 (i \in M_3),$$

shu jumladan konsentratlar bo'yicha

$$- \sum_{j \in Q_1 \cup Q_2} y_{ij} x_j + \sum_{j \in Q_3} v_{ij} y_j - x_{ik} \leq 0 (i \in M_3),$$

bu yerda  $y_{ij}$  -  $i$ -turdagi ozuqa bo'yicha ozuqa ekinlarining hosildorligi va yerlar unumdorligi, ts lga;  $v_{ij}$  - yil davomida bir bosh molga mos keluvchi bir turdagi ozuqaga bo'lgan talab, ts;  $M_3$  - ozuqa turlari to'plami (ko'k ozuqadan tashqari).

9. Pichan yig'ish oylaridagi ko'k ozuqa yig'ish bo'yicha:

$$- \sum_{j \in Q_1 \cup Q_2} y_{ij} x_j + \sum_{j \in Q_3} d_{ij} v_{ij} x_j \leq 0 (i \in M_4),$$

bu yerda  $y_{ij}$  -  $i$ - pichan yig'ish davrida ko'k ozuqa uchun olingan ekinning hosildorligi, s lga dan;  $d_{ij}$  - ko'k ozuqa ekini hosildorligi va  $i$ - pichan yig'ish oyida olingan ozuqa hamda  $i$ -pichan yig'ish davrida mollarning ko'k ozuqaga bo'lgan talabidagi ulushi, ts;  $M_4$  - pichan yig'ish davrlari to'plami.

10. Ekiladigan ekinlar va ularning ekin maydonlaridagi ulushi bo'yicha agrotexnik talablar:

$$x_j - d_j x_n \leq 0 \quad (j \in Q_1) \quad \sum_{k \in Q_6} x_j - d_j x_n \leq 0,$$

bu yerda  $d_j$  – ekinlar yoki ular guruhining ekin maydonlari tuzilmasidagi maksimal mumkin bo'lgan ulushi;  $Q_6$  – qishloq xo'jalik ekinlari agrotexnik guruhlari to'plami (don va dukkakli don, kuzgi don va h.).

Bu guruhga kuzgi ekinlardan oldin ekiladigan ekinlar va don uchun ko'p yillik o'tlar bo'yicha cheklanish qo'shimcha ravishda qo'shiladi.

11. Tovar mahsuloti hajmi hisobi bo'yicha:

$$\sum q_{ij} x_j - x_{ij} = 0 \quad (i \in M_5, j \in Q_5),$$

bu yerda  $q_{ij}$  – 1ha yerdan olinadigan  $i$ -turdagi ekin yoki bir bosh mol;  $M_5$  – tovar mahsulotlari turlari tuplami.

Masalaga mollar boshi, alohida olingan qishloq xo'jalik ekinlarini cheklovchi va boshqa xo'jalik faoliyatining tabiiy va iqtisodiy sharoitini hisobga oluvchi shartlar ko'rsatilishi mumkin.

12. O'zgaruvchilarning manfiy bo'lmaslik sharti:

$$x_j \geq 0; \quad x_{ij} \geq 0; \quad x_0 \geq 0; \quad x_{II} \geq 0; \quad x_y \geq 0; \quad x_{kk} \geq 0;$$

$$x_N \geq 0; \quad x_p \geq 0; \quad x_K \geq 0; \quad x_3 \geq 0; \quad x_k \geq 0; \quad x_{ij} \geq 0;$$



Fermer katta hajmdagi mahsulotni kam hajmdagi pul-moddiy xarajatlar orqali ishlab chiqarishdan mafaattor ekan, bu masalaning optimallik kriteriyasi sifatida xo'jalikning maksimal daromadi (foydasi)ni olish maqsadga muvofiqdir:

$$Z = \sum_{j \in Q} c_j x_j - x_3 \rightarrow \max, \text{ bu yerda } s_j - j\text{-turdagi birlik tovar}$$

mahsulotining sotilish narxi, sh. b.

### **Dastlabki ma'lumotlarni tayyorlash va ularni yechish tartibi**

Erga egalik qilish o'lchamini optimallashtirish va fermer xo'jaligi ishlab chiqarishi tuzilmasi bo'yicha masala yechimining natijasi ko'pincha mavjud ma'lumotlar bazasi orqali aniqlanadi, ya'ni EHM ga cheklanish hajmi va texnologik koeffitsiyentlar sifatida kiritilgan axborotlar orqali. Shuni nazarda tutish kerakki, fermer xo'jaliklarining mexanizatsiya va texnika bilan ta'minlanganlik darajasi, qishloq xo'jalik ekinlarini yetishtirishda qo'llaydigan texnologiyalari va boshqa parametrlar yirik qishloq xo'jalik korxonalariga nisbatan boshqacha bo'ladi, shuning uchun ham yirik korxonalar tarkibida hosil bo'layotgan fermer xo'jaliklari uchun ularning aniq va normativ axborotlarini bu masalani yechishda qo'llab bo'lmaydi. Yangi tashkil qilingan fermer xo'jaliklari uchun ishonchli ma'lumotlar bo'lmagan taqdirda fermer xo'jaliklari uchun ishlab chiqilgan texnologik kartalar, fermer xo'jaliklarining namunaviy loyihalari asosidagi maxsus normativ ma'lumotlardan foydalanish mumkin.

Masalada eng asosiysi mehnat resurslari va kapital quyulmalar bo'yicha cheklanishlar hisoblanib, ular aniq holatda qanday tuzilishini qarab chiqamiz.

Oylar	Ish va dam olish kunlari	Ish va dam olish kunlaridagi minimal ish davomiyligi, soat	Jami ishlangan, o.-s.	Shu jumladan dolzarb paytlarda o.-s.
Yanvar	26/5	7/4	202	-
Fevral	24/4	7/4	184	-
Mart	26/5	7/4	202	-
April	25/5	10/-	270	-
May	24/7	10/-	268	-
Iyun	9/21	10/-	90	-
Iyul	26/5	12/-	312	312
Avgust	27/4	12/-	340	340
Sentabr	25/5	10/-	270	-
Oktabr	27/4	10/-	286	-
Noyabr	24/6	7/4	192	-
Dekabr	26/5	7/4	202	-
Jami bir yilda	365	-	2838	672

Ma'lumki, xo'jalikda mavjud bo'lgan mehnat resurslari umumiy hajmi mehnatga layoqatli ishchilar va ularning yillik ish bilan bandligiga bog'liqdir. Ishlab chiqarishning oxirgi natijasidan to'g'ridan to'g'ri moddiy manfaatdorlik va javobgarlik hissiyoti yirik qishloq xo'jalik korxonalariga nisbatan yuqori bo'ladi. Shunday ekan, ko'pincha, yer tuzish hisoblariga ko'ra jamoa xo'jaligidagi har bir mehnatga layoqatli a'zo bir yilda 1869 odam soati ishlab byeradi. Fermer xo'jaligi bo'yicha taxminiy ma'lumotlar 8.2.1-jadvalda keltirilgan.

Fermer xo'jaligida ish vaqti davomiyligi.

Ekin turlari	Azotli o'g'itlar (N)	Fosforli o'g'itlar ( $P_2O_5$ )	Kaliyli o'g'itlar ( $K_2O$ )
Kuzgi bug'doy	39	36	28
Arpa	32	28	24
No'xat	17	26	26
Kartoshka	5,3	5,2	5,9
Sabzavotlar	2,6	1,4	2,5
Silos uchun ozuqa	2,8	1,4	2,9
Ildiz-meva	2,8	1,5	3,6
Kuzgi javdar ko'k ozuqa uchun	2,5	4,2	4
Ko'k ozuqa uchun ko'p yillik o'tlar	2,8 2,5	2,4 4,2	3,2 4
Ko'k ozuqa uchun bir yillik o'tlar	2,8	1,4	2,9
Ko'k ozuqa uchun makkajo'xori	11,3	9,6	12,6
Xashak uchun ko'p yillik o'simliklar	10 37	17 16	16 24
Xashak uchun bir yillik o'tlar	18,1	7,8	12
Madaniy yaylovlar.			
O'zlashtirilgan pichanzorlar			

Shunday qilib, bir yilda bir ishchiga 2838 odam-soati to'g'ri keladi, shuningdek iyul – avgust (dolzarb) oylarida 672 odam-soatdan kam bo'lmaydi. Har kungi ishda fermerning 10 soatdan yillik ish bilan bandligi 3650 odam- soatga oshishi mumkin.

1 ha yerga va 1 bosh molga sarf qilinadigan o'g'it, mehnat va pul-buyum vositalari bo'yicha asosiy axborot manbai bo'lib, texnologik kartalar xizmat qiladi. Sutchilik va kartoshka yetishtirishga moslashgan fermer xo'jaligi bo'yicha namunaviy ma'lumotlar 8.2.2 -jadvalda keltirilgan.

Qishloq xo'jalik ekinlariga solinadigan mineral o'g'itlar normasi 1 t. mahsulot uchun kg ta'sir qiluvchi moddalarda.

Qishloq aholisining yordamchi xo'jaliklari, oilaviy va arenda xo'jaliklari, fermer xo'jaliklari ishini ijtimoiy kuzatishlar va tahlillar shuni ko'rsatadiki, bir yilda 1 bosh sigirga 219 odam-soat, 1 bosh buzoqqa-73,1, boquvdagi yosh mollarga -47,4, cho'chqa uchun -47,4 odam-soat sarf qilinadi.

Fermer xo'jaliklaridagi chorvachilik fermalarini qurishga sarf qilinadigan hisoblar xarajatlarini namunaviy loyiha ma'lumotlaridan olish mumkin.

Fermer xo'jaliklarining yerga egaligi tuzilmasi va optimal o'lchami bo'yicha masalaning texnik-iqtisodiy koeffitsiyentlari 8.2.3-jadvalda keltirilgan:

Sutchilik va kartoshka yetishtirishga yo'naltirilgan fermer xo'jaligi optimal o'lchami bo'yicha masalaning iqtisodiy-matematik modeli matritsasi 8.2.4-jadvalda keltirilgan.

Ayrim cheklanishlar bo'yicha ba'zi bir tushuntirishlar berish mumkin.

Tavsiyaga mos ravishda don ekinlarining haydaladigan yer tuzilmasidagi ulushi 60 % dan oshmasligi, kuzgi don ekinlarining don ekinlaridagi ulushi esa 56 % bo'lishi kerak. Kuzgi va bahorgi don ekinlari 1:0,8 munosabatda bo'lishi kerak bo'lib, buning barchasi quyidagi cheklanishlar hosil bo'lishiga olib keladi:

$$x_1 - 0,8 x_2 - 0,8x_3 - 0,8x_4 - 0,8 x_5 = 0.$$

Kartoshkaning ekin maydoni barcha maydonning uchdan bir qismidan oshmasligi kerak, ko'p yillik ekinlar maydoni shunday

bo'lishi kerakki, 7 dalalik almashlab ekish dalasining ikkitasiga joylashsin:

$$-x_{11} - x_{14} + 0,286 x_5 \leq 0.$$

Kuzgi ekinlar ko'p yillik (foydalanish muddati ikki yil bulgan) ekinlar qatoriga joylanishi kerak, dukkakli don ekinlari, silos, ko'k ozuqa uchun makkajo'xori, bir yillik o'tlar kuzgi ekinlardan oldin ekiladigan ekinlarga mos cheklanishlar quyidagicha yoziladi:

$$x_1 + x_{10} \leq x_3 + x_5 + x_8 + 0,5(x_{11} + x_{14}) + x_{12} + x_{13} + x_{15}, \text{ yoki:}$$

$$x_1 - x_3 - x_5 - x_8 + x_{10} - 0,5 x_{11} - x_{12} - x_{13} - 0,5 x_{14} - x_{15} \leq 0.$$

Ko'k ozuqa hisobi uchun zarur bo'lgan madaniy yaylovlrardan foydalanish ko'rsatkichi 8.2.3- jadvalda keltirilgan.

8.2.3-jadval

Yaylovlarda o'rish davri	%	II
15 maydan – 15 iyungacha	15	30
16 iyundan – 15 iyulgacha	30	60
16 iyuldan – 15 avgustgacha	25	50
16 avgustdan–15 sentyabrgacha	20	40
16 sentyabrdan – 1 oktyabrgacha	10	20
Jami	100	200

1 ha madaniy yaylovdan olinadigan ozuqa.

Bitta sigirdan olinadigan go'ngning bir yillik normasi 9 t., molxonada bo'lish muddati – 200 – 240 kun; bu 0,1 gumuslashuv koeffitsiyentida yillik 0,9 t. gumus hosil qilishga teng.

Donning kombikormaga aylanish koeffitsiyenti 1 s bug'doy tarkibidagi elimlik 25% 1,35 ts deb qabul qilingan, 1 s arpaniki- 1,2, 1 s no'xatniki- 1,5ts. Shunday qilib, kuzgi bug'doy hosildorligi lga

yerdan 40 ts, arpaniki 25 ts, no'xatniki 25 ts bo'lganda kombikorm bo'yicha cheklanishning ko'rinishi quyidagicha bo'ladi.

$$- 54 x_1 - 42 x_2 - 37,75 x_3 + x_{19} = 0.$$

Masalaning EHM da olingan yechimi quyidagilardan iboratdir. (8.2.4-jadval, 8.2.5-jadval).

### EHM da model hisoblarini avtomatlashtirish

Yuqorida keltirilgan masalani EHM da yechish uchun maxsus ishlab chiqilgan amaliy paket dastursi mavjud. Bu dastur ikkita usul bilan fermer xo'jaliklari optimal tuzilmasini aniqlashni amalga oshiradi. Uch turdagi ma'lumotlarni kirgizgandan avtomatik ravishda simpleks matritsa tuziladi.

1-turdagi ma'lumot xo'jalik joylashgan hududning agronomik va iqtisodiy xususiyatlarini aks ettiradi, shu bilan birga xujalikning ixtisoslashuvi spetsifikasi (sutchilik-kartoshkachilik, yirik shoxli koramol ozuqasi bo'yicha va h.). Natijada xo'jalik va hududning eng muhim tasniflarini aks ettiruvchi simpleks jadvalning bir qismi to'ldiriladi.

To'ldirilmagan kataklar tez o'zgaruvchi ma'lumotlarni kiritishga mo'ljallangan (qishloq-xo'jalik mahsulotlari narxi va uni yetishtirishga sarflangan xarajatlar, xo'jalikdagi ishchilar soni, mollar soni, kapital quyulmalar va x.k.). Mos ko'rsatkichlar masalani yechishning dastlabki bosqichida 2 va 3-turdagi ma'lumotlardan foydalanish orqali hisoblanadi. Bu uchta ko'rsatkichdan iborat: asosiy ishchilar soni, kapital quyulmalar miqdori va xo'jalikdagi taxmin qilingan mollar soni.

№	O'zgaruvchilar	Optimal qiymat
1	Sotish uchun kuzgi bug'doy, ha	6,07
2	Sotish uchun bahorgi bug'doy, ha	0
3	Sotish uchun dukkakli don , ha	0
4	Kontsentrats uchun bahorgi don, ha	7,58
5	Kontsentrats uchun dukkakli don, ha	0
6	Kartoshka, ha	3,85
7	Sabzavot, ha	0
8	Silos uchun, ha	3,75
9	Ildiz meva ekinlar, ha	1,30
10	Ko'k ozuqa uchun javdari, ha	0,44
11	Ko'k ozuqa uchun ko'p yillik ekinlar, ha	0
12	Ko'k ozuqa uchun bir yillik o'tlar, ha	0
13	Ko'k ozuqa uchun makkajo'xori, ha	0
14	Ko'p yillik o'tlar, xashak uchun, ha	9,27
15	Bir yillik o'tlar xashak uchun, ha	0
16	Madaniy yaylovlar, ha	6,67
17	O'zlashtirilgan pichanzorlar, ha	0
18	Sigirlar soni , shartli bosh	20
19	Kombikorma olish, ts	6,58
20	Organic o'g'itlar olish, t	0
21	Azotli o'g'itlarga bo'lgan talab, kg t.q. m.	4044
22	Fosforli o'g'itlarga talab, kg t.q.m.	3134
23	Kaliyli o'g'itlarga talab, kg t.q.m.	3429
24	Ishlab chiqarish xarajatlari, sh. b.	17694
25	Binolar va inshootlar qurishga kapital qo'yilmalar, sh. b.	56000
26	Qishloq xo'jalik texnikasini sotib olishga kapital quyulmalar, sh. b	18209
27	Avtotransport sotib olishga kapital qo'yilmalar, sh. b	1835

28	Mahsuldor mollarni sotib olishga kapital qo'yilmalar, sh. b.	14552-28
29	Jami kapital qo'yilmalar, sh. b	90596-29
30	Qishloq xo'jalik yerlari maydoni, ha	38,88-30
31	Haydaladigan yerlar maydoni, ha	32,21-31
32	Jalb qilingan mehnat, odam-soat	40-32
33	Sut yetishtirish, t	80-33
34	Don yetishtirish, t	24,3-34
35	Kartoshka yetishtirish, t	96,4-35
	Xo'jalik daromadi (foyda), sh. b.	25989-36

1- va 2- turdagi ma'lumotlar oldindan tayyorlanadi va masalani yechish jarayonida kompyuterning tezkor xotirasiga magnit diski yordamida kiritiladi. 1-tur berilgan xududga karashli barcha turdagi xo'jaliklar uchun kiritiladi va ular faqat xudud tasnifi o'zgarganda o'zgartiriladi. 2-tur ma'lumotlar esa, 1-ga nisbatan, tushunarli sabablarga ko'ra tez-tez o'zgartirishga muhtoj. Paket tarkibiga bu turdagi ma'lumotlar asosida fayllarni tuzish va o'zgartirishga mo'ljallangan dasturlar ham kiradi.

3-tur eng dinamik tur bo'lib, yuqorida sanab o'tilgan 3 ta miqdorlardan iborat bo'lib, bevosita masalani yechish jarayonida kiritiladi.

#### *Dastlabki ma'lumotlar*

Masala 2-variantda sutchilik-kartoshkachilikka ixtisoslashgan xo'jalik uchun optimal ishlab chiqarish va hududni aniqlash uchun echiladi.

Mehnatga layoqatlilar soni — 4. Xo'jalikni rivojlantirishga ajratilgan kapital qo'yilma— 80 000. Yirik shoxli mollar soni — 10.

Optimal variant olindi. Maksimum foyda 48044,63.



Unga kiritilgan barcha shartlarni qanoatlantimasa, masala yechimga ega bo'lmaydi. Bunday holat misol uchun, qurilishga, qishloq xo'jalik texnikasiga, narx navo qimmat bo'lganda, ajratilgan kapital quyulma hajmi kam bo'lganda, rejalashtirilgan mollar boshi uchun ishchilar soni etishmaganda, yuz byerishi mumkin. Bunday hol quyidagi axborot monitorda hosil bo'ladi.

### Masala o'zgaruvchilarining qiymati

8.2.5-jadval

O'zgaruvchilar	O'zgaruvchi qiymati
<i>Xo'jalikning taklif etiladigan parametri</i>	
Tovar uchun kuzgi bug'doy, ha	7,13
Tovar uchun arpa, ha	5,03
Ozuqa uchun arpa, ha	3,89
Tovar uchun kartoshka, ha	16,62
Silos uchun, ha	1,88
Ildiz mevalar, ha	0,65
Ko'k ozuqa uchun kuzgi javdar, ha	0,36
Ko'k ozuqa uchun makkajo'xori, ha	0,09
Xashak uchun ko'p yillik o'tlar, ha	14,28
Madaniy yaylovlar, ha	2,67
Sigirlar, bosh.	10,00
Olinadigan mineral o'g'itlar, t	18,98
Azotli o'g'itlarga bo'lgan talab, kg t.q. m.	5652,65
Fosforli o'g'itlarga bo'lgan talab, kg t.q. m.	5007,83
Kaliyli o'g'itlarga bo'lgan talab,, kg t.q. m.	5339,10
Ishlab chiqarish xarajatlari, m.sh. b.	21263,96
Binolar va inshootlarni qurish uchun kapital mablag'lar, m.sh. b.	28000,00
Q/x texnikasini sotib olishga kapital mablag'lar	

m.sh. b.	28218,39
Avtotransport sotib olishga kapital mablag'lar m.sh. b.	2481,94
Mahsuldor mollarni sotib olishga kapital mablag'lar, m.sh. b	7276,00
Jami kapital mablag'lar m.sh. b.	65976,33
Umumiy yer maydoni, ha	52,58
Ekin maydoni, ha	49,92
Jalb qilingang ishchilar, o.-s	967,93
Sut yetishtirish, t	40,00
Tovar don yetishtirish, t	46,14
Tovar uchun kartoshka, t	415,56
<i>Kutilgan ishlatilmagan resurslar va zarurdan ortiq ishlab chiqarish hajmi, s</i>	
Jami oзуqа yetishtirish	324,06
Hazm bo'ladigan protein yetishtirish	33,66
Oзуqа uchun xashak yetishtirish	206,65
Somon yetishtirish	245,98
Ko'k oзуqа yetishtirish (16 iyun—15 iyul)	26,66
Ko'k oзуqа yetishtirish (16 sentyabr —1 oktyabr)	142,52
Kapital mablag'lar, m.sh. b	14023,67

### **Tayanch so'z va iboralar.**

Iqtisodiy-matematik model, optimal ixtisoslash, model matritsasi, blokli model, cheklanishlar, yerning optimal o'lchami, ishlab chiqarish xarajatlari, kapital qo'yilmalar, simpleks matritsa.

### **Topshiriq va savollar.**

1. Xo'jaliklarni optimal ixtisoslashtirish degani nima?

2. Optimal ixtisoslashtirish masalasining qo'yilishini tushuntiring.
3. Optimal ixtisoslashtirishning matematik modeli tarkibini tushuntiring.
4. Optimal ixtisoslashtirishning modelini tuzishda nimalarga e'tibor berish kerak?
5. Qaysi ko'rsatkichlarga cheklanish qo'yiladi?
6. Fermer xo'jaligi optimal ishlab chiqarish tuzilmasi va o'lchamini aniqlashda qanday modellashtirish vositalari mavjud?
7. Optimallik kriteriyasi sifatida qaysi ko'rsatkichlardan foydalaniladi?
8. Modelning asosiy cheklanishlari qanaqa?
9. Berilgan masalada texnik-iqtisodiy koeffitsiyentlar va resurs hajmini hisoblashda qaysi axborot manbalaridan foydalaniladi?
10. Berilgan masala uchun dastlabki ma'lumotlar tayyorlashning xususiyatlarini ifodalab bering va misol keltiring.

## Testlar

### 1. Matematik dasturlash fani nima bilan shug'ullanadi?

1) Mumkin bo'lgan rejalarning ichidan eng yaxshi variantlarini tanlab olishni asoslash nazariyasi va usullarini ishlab chiqish.

2) Mumkin bo'lgan rejalarning ichidan eng yaxshi variantlarini tanlab olishni asoslash usullarini ishlab chiqish.

3) Ishlab chiqarish masalalarini EHMda yechish uchun algoritmlarini ishlab chiqish.

4) Mumkin bo'lgan rejalarni tanlashning nazariyasi va usullarini ishlab chiqish.

### 2. Pejaning optimallik kriteriyasi nima?

1) Ishlab chiqarish maqsadining miqdoriy qiymati.

2) Ishlab chiqarish ko'rsatkichlarining matematik ifodalanishi.

3) Ishlab chiqarish maqsadining miqdoriy ko'rsatkichlarini matematik ifodalanishi.

4) Ishlab chiqarish maqsadining ko'rsatkichlarini matematik ifodalanishi.

### 3. Pejaning qaysi varianti optimal hisoblanadi?

1) Ishlab chiqarish shartiga chiziqli munosabatlar bajarilishini ta'minlaydigan reja varianti.

2) Optimallik kriteriyasining maksimum qiymatiga erishishni ta'minlovchi reja varianti.

3) Optimallik kriteriyasining ekstremum qiymatiga erishishni ta'minlovchi reja varianti.

4) **Optimallik** kriteriyasining minimum qiymatiga erishishni ta'minlovchi reja varianti.

**4. Iqtisodiy matematik model nima?**

1) Iqtisodiy jarayonlarning muhim xossalarini matematik formada yig'ilgan ifodasi.

2) O'rganilayotgan hodisalarning muhim hossalari matematik formada yig'ilgan ifodasi.

3) O'rganilayotgan hodisalarning eng muhim hossalari matematik formada yig'ilgan ifodasi.

4) Iqtisodiy jarayonlarning eng muhim hossalari matematik formada yig'ilgan ifodasi.

**5. Masalada nima o'zgaruvchi hisoblanadi?**

1) Maqsad funksiyasining koeffitsiyenti.

2) Masalani yechish orqali aniqlangan noma'lum miqdor.

3) Cheklanishlar sistemasidagi resurslarning sarf qilingan normativlarning son qiymati.

4) Masalaning qo'shimcha cheklanishlar koeffitsiyenti.

**6. Har bir iqtisodiy-matematik modelni qaysi shartlar qamrab olgan?**

1) Cheklanish tarkibini chiziqli bo'lmasligi.

2) Masaladagi o'zgaruvchilarning butun sonli bo'lishi.

3) O'zgaruvchilar orasidagi o'zaro bog'lanish.

4) Cheklanish tarkibining chiziqli bo'lishi.

**7. Quyida fikrlarning qaysi biri to'g'ri?**

- 1) Matematik model izlanayotgan ob'ekt orqali ikki yo'l bilan aniqlanadi.
- 2) Matematik model izlanayotgan ob'ekt orqali bir ma'noda aniqlanadi.
- 3) Matematik model izlanayotgan ob'ekt orqali bir yo'l bilan aniqlanadi.
- 4) Matematik model izlanayotgan ob'ekt orqali aniqlanadi.

**8. Quyidagi shartlardan qaysi biri chiziqli dasturlash usulini qo'llash uchun zarur?**

- 1) Chiziqli tenglamalarni manfiy bo'lmagan yechimlarga ega bo'lishi.
- 2) Hamma shartlarni matematik yo'l bilan ifodalash mumkin bo'lsin.
- 3) Chiziqli tenglamalar sistemasini haqiqiy yechimga ega bo'lishi.
- 4) Chiziqli tenglamalar sistemasini haqiqiy yechimga ega bo'lmasligi.

**9. Iqtisodiy masalaning qo'yilishida quyidagi modellarning qaysi biri to'g'ri?**

Xo'jalik kartoshka va don yetishtirish bilan shug'ullanadi. Buning uchun u quyidagilarga ega: 150 ha haydaladigan yer, 30000 s qo'l mehnati, 280 traktor/smena – mexanizatsiya bilan bajarilgan ish. Ishlab chiqarish maqsadi – maksimum yalpi mahsulotning tannarxda ifodalanishi.

1 ha yerga ekiladigan don uchun 0,30 s qo'l mehnati, 0,04 traktor/smena - mexanizatsiya bilan bajarilgan ish. Etishtirilgan don mahsuloti 1 ha yerdan – 4000 m.sh. b. 1 ha yerga ekiladigan kartoshka uchun 1,50 odam/soat, 0,12 traktor/smena - mexanizatsiya bilan bajarilgan ish. 1 ha yerdan olingan kartoshka – 20000 m.sh. b.

$$\begin{array}{ll}
 1) \quad F(\max) = 4000x_1 + 2000x_2 & F(\max) = 4000x_1 + 20000x_2 \\
 x_1 + x_2 \geq 50 & x_1 + x_2 \leq 50 \\
 0,3x_1 + 1,5x_2 \leq 3000 & 2) \quad 0,3x_1 + 1,5x_2 \leq 3000 \\
 0,04x_1 + 0,12x_2 \leq 280 & 0,04x_1 + 0,12x_2 \leq 280 \\
 & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 3) \quad F(\max) = 4000x_1 + 20000x_2 & F(\max) = 4000x_1 + 20000x_2 \\
 x_1 + x_2 \leq 50 & x_1 = x_2 \leq 50 \\
 0,3x_1 + 1,5x_2 \geq 3000 & 4) \quad 0,3x_1 + 7x_2 \leq 3000 \\
 0,04x_1 + 0,12x_2 \geq 280 & 0,04x_1 + 0,12x_2 \leq 280 \\
 & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.
 \end{array}$$

**10. Sigirlarga kundalik ratsion tayyorlash masalasining matematik sharti va maqsad funksiyasini aniqlang.**

Fermada 3 turdagi ozuqa mavjud:

1 – turdagi ozuqada 1,1 ozuqa/birligi (o/b), 250 gr. protein; kunlik eng ko'p oziqlanish normasi 3 kg, 1 kg ozuqa tannarxi 80 sh. b.

2 – turdagi ozuqa tarkibida 0,5 o/b, 140 gr. protein; kunlik eng ko'p oziqlanish normasi 12 kg, 1 kg ozuqa tannarxi 30 sh. b.

3 - turdagi ozuqa tarkibida 0,2 o/b, 10 gr. protein; kunlik eng ko'p oziqlanish normasi 25 kg, 1 kg ozuqa tannarxi 20 sh. b.

$$\begin{array}{ll} F(\max) = 40x_1 + 10x_2 + 5x_3 & F(\min) = 80x_1 + 30x_2 + 20x_3 \\ 1,1x_1 + 0,5x_2 + 0,2x_3 \leq 12 & 1,1x_1 + 0,5x_2 + 0,2x_3 \geq 12 \\ 1) 250x_1 + 40x_2 + 10x_3 \leq 1100 & 2) 250x_1 + 40x_2 + 10x_3 \geq 1100 \\ x_1 \leq 3; x_2 \leq 12; x_3 \leq 25 & x_1 \leq 3; x_2 \leq 12; x_3 \leq 25 \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; x_3 \geq 0. & x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; x_3 \geq 0. \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} F(\min) = 40x_1 + 10x_2 + 5x_3 & F(\min) = 40x_1 + 10x_2 + 5x_3 \\ 3) 1,1x_1 + 0,5x_2 + 0,2x_3 \geq 12 & 1,1x_1 + 0,5x_2 + 0,2x_3 \geq 12 \\ 250x_1 + 40x_2 + 10x_3 \geq 1100 & 4) 250x_1 + 40x_2 + 10x_3 \geq 1100 \\ x_1 \leq 3; x_2 \leq 12; x_3 \leq 25 & x_1 \geq 0; x_2 \leq 0; x_3 \geq 0. \end{array}$$

11. To'yimli moddalar va ularning normasi, xashak bo'yicha cheklanish tengsizliklarini yozing. Bir kunda sog'in sigir uchun quyidagilar talab qilinadi: 12,5 o/b, 1400 gr protein, 520 kg karotin. Ratsionga 5 kg dan kam bo'lmagan poxol qo'shish kerak. 1 kg yemning tarkibida 0,9 o/b, 120 gr protein, 1 kg karotin mavjud, em tarkibida 0,2 o/b, 10 gr protein, 3 kg karotin mavjud bo'lgan. Poxol tarkibida 0,16 o/b, 12 gr protein, 10 kg karotin mavjud bo'lgan makkajo'xori silosi bor.



$$0,9x_1 + 0,2x_2 + 0,16x_3 \geq 12,5$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 12,5$$

$$1) \quad 120x_1 + 10x_2 + 12x_3 \geq 1400$$

$$2) \quad 120x_1 + 10x_2 + 12x_3 \leq 1400$$

$$x_1 + 3x_2 + 10x_3 \geq 520$$

$$x_1 + 3x_2 + 10x_3 \leq 520$$

$$x_2 \leq 5$$

$$0,9x_1 + 0,2x_2 + 0,16x_3 \geq 12,5$$

$$0,9x_1 + 0,2x_2 + 0,16x_3 \leq 12,5$$

$$3) \quad 120x_1 + 10x_2 + 12x_3 \geq 1400$$

$$4) \quad 120x_1 + 10x_2 + 12x_3 \leq 1400$$

$$x_1 + 3x_2 + 10x_3 \geq 520$$

$$x_1 + 3x_2 + 10x_3 \geq 520$$

$$0,2x_2 \geq 5$$

12. Xo'jalikning 6200 ha yeri mavjud bo'lib, bug'doy, arpa, suli, makkajo'xori, bir yillik o'tlar ekilgan va bir qismiga dam byerilgan. Xo'jalikda yerdan foydalanish shartini yozing.

$$1) \quad x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 6200;$$

$$1) \quad 2) \quad 0,1x_1 + 0,5x_2 + 0,4x_3 + 0,1x_4 + 0,8x_5 + x_6 \leq 6200;$$

$$3) \quad x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq 6200;$$

$$4) \quad 4x_1 + 3x_2 + x_3 + x_4 + 0,5x_5 + 0,1x_6 \geq 6200;$$

13. 1 bosh sigirga bir kunda 10,3 oziq birligi talab qiladigan yem bilan ta'minlash shartini yozing. Ozuqalardan — xashak, poxol, makkajo'xori silosi, yem mavjud. 1 kg xashakda 0,37 o/b, poxolda 0,2 o/b, makkajo'xori silosida 0,16 o/b va yemda 0,9 o/b bor.

- 1)  $0,37x_1 + 0,2x_2 + 0,16x_3 + 0,9x_4 \geq 10,5$ ;  
 2)  $0,37x_1 + 0,2x_2 + 0,16x_3 + 0,9x_4 \leq 10,3$ ;  
 3)  $0,2x_1 + 0,5x_2 + 0,7x_3 + 0,8x_4 \geq 10,3$ ;  
 4)  $0,37x_1 + 0,2x_2 + 0,16x_3 + 0,9x_4 \geq 10,3$ ;

14. 53 ga yerda quyidagi hosildorlikka ega bo'lgan ekinlarni ekish mumkin: bug'doy 20 ts/ha, makkajo'xori silosi uchun 200 ts/ha, bir yillik o'tlar 16 ts/ha. Yerdan foydalanish shartlarini yozing. Har bir ekinni alohida o'zgaruvchi orqali belgilang.

1)  $x_1 + x_2 + x_3 \leq 53$ ;

$20x_1 - x_4 = 0$ ;

$200x_2 - x_5 = 0$ ;

$16x_3 - x_6 = 0$ ;

$x_1 + x_2 + x_3 \geq 53$ ;

$20x_1 - x_4 = 0$ ;

2)  $200x_2 - x_5 = 0$ ;

$16x_3 - x_6 = 0$ ;

$x_1 + x_2 + x_3 \leq 53$ ;

3)  $20x_1 - x_4 = 0$ ;

$200x_2 - x_5 = 0$ ;

$x_1 + x_2 + x_3 \leq 53$ ;

4)  $20x_1 \geq 0$ ;

$200x_2 \geq 0$ ;

$16x_3 \geq 0$ ;

15. Xo'jalik 14 ming s. dan kam bo'lmagan sut va 3500 ts. dan kam bo'lmagan go'sht sotishi kerak. Bir bosh sigirdan 2300 kg sut, bir bosh qoramoldan 160kg go'sht olish mumkin. Davlatga chorvachilik mahsulotlarini sotish shartini yozing.

$$1) \begin{cases} 1,6x_1 \geq 14000; \\ 23x_2 \geq 3500; \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} 2300x_1 \leq 14000; \\ 160x_2 \geq 3500; \end{cases}$$

$$3) \begin{cases} 2300x_1 \geq 1400 \\ 160x_2 \leq 3500; \end{cases}$$

$$4) \begin{cases} 23x_1 \geq 14000; \\ 1,6x_2 \geq 3500; \end{cases}$$

16. Yemlarning to'yimliliği norma bo'yicha sigirlar uchun 2,8 dan 4,4 o/b gacha, dag'al xashak esa 4,2 dan 5,8 o/b gacha bo'lishi kerak. Agar xo'jalikda quyidagi oзуqalar: yem, arpa, poxol, xashak mavjud bo'lsa, ratsionlarning cheklanishlari sistemasini tuzing. 1 kg oзуqada quyidagi oзуqa birliklari mavjud: yemda 0,9, arpada 1,09, poxolda 0,2, xashakda 0,46.

$$1) 0,9x_1 + 1,09x_2 + 0,2x_3 + 0,4x_4 \leq 5,8;$$

$$2) \begin{cases} 0,9x_1 + 1,09x_2 \geq 2,8 \\ 0,2x_3 + 0,46x_4 \geq 5,8; \end{cases}$$

$$3) \begin{cases} 0,9x_1 + 1,09x_2 \leq 4,4; \\ 0,2x_3 + 0,46x_4 \leq 5,8; \end{cases}$$

$$4) \begin{cases} 0,9x_1 + 1,09x_2 \leq 2,8; \\ 0,2x_3 + 0,46x_4 \geq 4,2; \\ 0,9x_1 + 1,09x_2 \leq 4,4; \\ 0,2x_3 + 0,46x_4 \geq 5,8; \end{cases}$$

17. Xo'jalikning tabiiy pichanzorlari maydoni 230 ha ni tashkil qiladi. Zarur bo'lganda uni 105 ga kengaytirish mumkin. O'zgaruvchilar kiritib, pichanzorlardan foydalanish va ularni kengaytirishning cheklanishlar sistemasini tuzing.

$$1) x_1 + x_2 \leq 335;$$

$$3) \begin{cases} x_1 \leq 230 + x_2; \\ x_2 \leq 105; \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} x_1 \geq 230 + x_2; \\ x_2 \leq 105; \end{cases}$$

$$4) x_1 + x_2 \leq 230;$$

18. Xo'jalikda bahorgi bug'doy, makkajo'xori silosi, ko'p yillik o'simliklar, 1 ga yerga sarf qilinadigan mehnat mos ravishda 1,8; 3,2; 1,2 o.k. ni tashkil qiladi. Ekinlarni yetishtirish uchun 300 o.k. dan iborat mehnat resurslari mavjud. Agar mavjud mehnat resurslari etishmasdan qolsa, 20 o.k. dan iborat mehnat resurslarini yordamga chaqarish mumkin. Mehnat resurslaridan foydalanish va ularni kerak bo'lganida ko'paytirish cheklanishlarini yozing.

$$1) \begin{cases} 1,8x_1 + 3,2x_2 + 1,2x_3 \leq 300 + x_4; \\ x_4 \leq 20; \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} 1,8x_1 + 3,2x_2 + 1,2x_3 \leq 300; \\ x_4 \leq 20; \end{cases}$$

$$3) \begin{cases} 1,8x_1 + 3,2x_2 + 1,2x_3 \geq 300 + x_4; \\ x_4 \leq 20; \end{cases}$$

$$4) \begin{cases} 1,8x_1 + 3,2x_2 + 1,2x_3 \leq 300 + x_4; \\ x_4 \leq 20; \end{cases}$$

19. Xo'jalikning haydaladigan yeri 600 ha, tabiiy pichanzorlari 130 ga, tabiiy yaylovlari 100 ga ni tashkil qiladi. Sharoit 40 ga pichanzorlarni ekin maydoniga, 20 ga ni yaylovga aylantirish

mumkinligini ko'rsatadi. Haydalgan yerga don ekinlari va silos uchun makkajo'xori ekiladi. Erdan foydalanish va kerak bo'lganda uni kengaytirish cheklanishlarini yozing.

$$1) x_1 + x_2 \leq 600 + x_4;$$

$$2) x_1 + x_2 \geq 600 + x_4;$$

$$x_4 + x_5 + x_6 = 130;$$

$$x_3 + x_4 \leq 130;$$

$$x_4 \leq 40;$$

$$x_5 \leq 100;$$

$$x_5 \leq 100 + x_6;$$

$$x_6 \leq 20;$$

$$3) x_1 + x_2 + x_3 \leq 600;$$

$$4) x_1 + x_2 + x_3 \leq 830;$$

$$x_4 \leq 130;$$

$$x_4 \leq 130;$$

$$x_5 \leq 100;$$

$$x_5 \leq 100;$$

20. Xo'jalikda don ekinlaridan bug'doy, suli, no'xat ekiladi. Don ekinlarining 70% dan ko'p bo'lmagan qismini bug'doy tashkil etishi kerak. Shu shartni yozing.

$$1) x_1 \leq 0,7(x_1 + x_2);$$

$$2) x_1 \leq x_1 + x_2 + x_3;$$

$$3) x_1 \geq 0,7(x_1 + x_2 + x_3);$$

$$4) x_1 \leq 0,7(x_1 + x_2 + x_3);$$

21. Ozuqa ratsioni tarkibiga arpa, ko'p yillik o'simliklar xashagi, poxol, makka silosi kirishi mumkin. Ratsiondagi dag'al xashakning miqdori umumiy hajmning 40%idan oshmasligini yozing.

$$1) x_2 + x_3 \leq 0,4(x_1 + x_2 + x_3);$$

$$2) x_2 + x_3 \leq 0,4(x_1 + x_2 + x_3 + x_4);$$

3)  $x_2 + x_3 \geq x_1 + x_2 + x_3 + x_4$ ;

4)  $x_2 + x_3 \leq 0,4(x_1 + x_2)$ ;

22. Modeldagi koeffitsiyentlar nimani bildiradi?

1) Qo'yilgan masaladagi ma'lum sonlarni.

2) Bir birlik o'zgaruvchiga mos keluvchi resurslarni xarajat normasini.

3) Ishlab chiqarish resurslarining hajmini.

4) Tarmoqlarning tarkibi va hajmini.

23. Modeldagi o'zgarmas sonlar nimani bildiradi?

1) Ishlab chiqarish resurslarining hajmini.

2) Tarmoqlarning tarkibi va hajmini.

3) Bir birlik o'zgaruvchiga mos keluvchi resurslarni xarajat normasini.

4) Ishlab chiqarish turlarini.

24. Don ekinlari, bir yillik o'tlar, lavlagi va sabzavot ekinlari maydonlarini aniqlovchi shartlarni yozing.

1)  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 - x_5 = 0$ ;

2)  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0$ ;

3)  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 1000$ ;

4)  $0,1x_1 + 0,2x_2 + 0,3x_3 + 0,4x_4 \geq 500$ ;

5)  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 - 0,5x_5 \leq 0$ ;

25. Xo'jalida yem uchun no'xat, arpa va suli yetishtiriladi. 1 kg no'xatda 1,14 o.b, arpada 1,09 o.b va sulida 1 o.b mavjud. Yemlar tarkibini aniqlovchi shartlarni ozuqa birligida yozing.

- 1)  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0;$
- 2)  $x_1 + x_2 + x_3 - x_4 = 0;$
- 3)  $0,5x_1 + 0,6x_2 + 0,7x_3 + 0,8x_4 > 0;$
- 4)  $1,14x_1 + 1,09x_2 + 1,0x_3 + x_4 = 0;$
- 5)  $1,14x_1 + 1,09x_2 + 1,0x_3 - x_4 = 0;$

26. Agar K-201 traktorining balans narxi 34 sh. b, T-150 25 sh. b, MTZ-80 28 mln. sh. b, «NIVA» kombayni 40 sh. b bo'lsa, kapital mablag'lar yig'indisining matematik kriteriyasini yozing.

- 1)  $f = 34x_1 + 25x_2 + 28x_3 + 40x_4;$
- 2)  $f < 34x_1 + 25x_2 + 28x_3 + 40x_4;$
- 3)  $f > 34x_1 + 25x_2 + 28x_3 + 40x_4;$
- 4)  $34x_1 + 25x_2 + 28x_3 + 40x_4 = 0;$

27. Haydaladigan yer va mehnat resurslari bo'yicha cheklanishlarni tuzing. Buning uchun quyidagi ma'lumotlar byerilgan: yer maydoni 562 ga, mehnat resurslari soni 5 dan 6 ming o.s. gacha etadi. Mehnat xarajatlari 1 ga uchun bahorgi bug'doyga 15 o.s., kuzgi javdarga 14 o.s., arpaga 13 o.s. va makkajo'xori silosiga 30 o.s.

- 1)  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 562;$
- 2)  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 562;$
- $15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 30x_4 \leq 6000;$
- $15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 30x_4 \geq 5000;$
- $15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 30x_4 \leq 6000;$

$$\begin{array}{ll}
 3) x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 562; & 4) x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 562; \\
 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 30x_4 \leq 5000; & 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 30x_4 \geq 5000; \\
 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 30x_4 \leq 6000; & 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 30x_4 \geq 6000;
 \end{array}$$

28. Xo'jalikning 500 ga haydaladigan yeri bor. Bu yerga bug'doy, suli, arpa, lavlagi, silos uchun makkajo'xori, ko'p yillik o'tlar ekiladi. Don ekinlari yerning 60 dan 70% ini, qolganlari 20 dan 30% ni tashkil qiladi. Erdan foydalanish strukturasi uchun cheklanishlarni yozing.

$$\begin{array}{ll}
 1) x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6 \leq 5000; & 2) x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6 \leq 5000; \\
 x_1+x_2+x_3 \leq 3500; & x_1+x_2+x_3 \geq 3500; \\
 x_4+x_5+x_6 \leq 1000; & x_4+x_5+x_6 \geq 500; \\
 3) x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6 \leq 5000; & 4) x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6 \geq 5000; \\
 x_1+x_2+x_3 \geq 3000; & x_1+x_2+x_3 \geq 4000; \\
 x_4+x_5+x_6 \geq 1000; & x_4+x_5+x_6 \geq 1000; \\
 x_1+x_2+x_3 \leq 3500; & \\
 x_4+x_5+x_6 \leq 1500; &
 \end{array}$$

29. Xo'jalik yem-xashak uchun no'xat, arpa, suli ekadi. 1 ga yerdan olinadigan no'xatning hosildorligi 14 s, arpaniki 18 s, suliniki 16 ts. Kuchaytirilgan emlarning mahsulot (natura) ko'rinishidagi shartlarini tuzing.

$$1) \quad x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 0;$$



- 2)  $8x_1 + 9x_2 + 10x_3 + 15x_4 > 0;$   
3)  $14x_1 + 18x_2 + 16x_3 + 20x_4 = 0;$   
4)  $14x_1 + 18x_2 + 16x_3 - x_4 = 0.$

## ADABIYOTLAR

1. **I.K. Karimov** «Iqtisodiy islohatlarni chuqurlashtirish yo'lida» Т. «O'zbekiston», 1997.
2. **I.A. Karimov** «O'zbekistonning siyosiy, ijtimoiy va iqtisodiy istiqbolining asosiy tamoyillari» Т. «O'zbekiston», 1995.
3. Под редакций **С. Волкова** «Экономика-математические методы И модели в землеустройстве», учебное пособие, М:1991.
4. **С. Волков** «Экономика-математические методы и модели В землеустройстве», учебник, М: 2000.
5. **Р.Г.Кравченко** «Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. М: 1978
6. **Е.Г. Ларченко** «Вычислительная техника и экономико-математические методы В землеустройстве», М: 1987
7. **К. Доугйерти** «Введение в эконометрику», перевод с английского, М. 2001г.
8. «Эконометрика» Под ред. **Т.Ш. Шадиева** "Шарк" 1999 г.
9. **Ю. Abdullaev** «Makroiqtisodiy statistika», Т., «Mehnat», 1997у.
10. **Б.Б.Бйеркинов** «Моделирование систем ведения сельского хозяйства», Т. 1990г.
11. **Q. Safaeva** «Matematik dasturlash», Т., 2004
12. **М.Г. Завелский** «Модели И методы оптимального развития И размещения производства». М. Экономика, 1995 .
13. «Экономика переходного периода». Под ред. Радаева

М. 1995.

14. «Теория прогнозирования и принятия решений», Учеб.пособ. Под.ред. С.А. Саркисяна - М. «Высшая школа», 1977

15. Е.М. Четыркин «Статистические методы прогнозирования» - М. «Статистика», 1977 г.

16. Т.Ш. Шадиев «Экономические модели развития сельского хозяйства» - Ташкент, «Фан», 1986 г.

17. Т.Sh. Shodiev va boshqalar «Iktisodiy kibernetika» Т. 1995

18. Г.И. Новиков и др.»Сборник задач по вычислительной технике И программированию» , М. «Финансы и статистика», 1991

19. G.Shodmonova «Yer tuzishda iqtisodiy-matematik usullar va modellar» fanidan ma'ruzalar to'plami.ТКХМII, 2001y.

20. G.Shodmonova «Iqtisodiy matematik usullar va modellar» fanidan amaliy va laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy ko'rsatma.ТКХМII, 1997.

21. Экономико-математические методы моделирования в землеустройстве ([www.referat.ru/1023](http://www.referat.ru/1023)), [www.iligent.ru/list.shtml](http://www.iligent.ru/list.shtml)

22. Практикум по экономико-математическим методам и моделированию в землеустройстве//под ред. [www.rusnauka.com/article/gtogr/20.html](http://www.rusnauka.com/article/gtogr/20.html)

23. Волков С.Н. Экономико-математические методы и модели в землеустройстве. [www.fep.tsure.ru/Russian/asni/courses/zeml.htm](http://www.fep.tsure.ru/Russian/asni/courses/zeml.htm)

24. Землеустройство системы автоматизированного проектирование в землеустройстве. Землеустройство. Эконо-



## MUNDARIJA

	Kirish . . . . .	3
1-bob	Modellashtirish va zamonaviy hisoblash usullari	
1.1.	Model va modellashtirish tushunchasi.....	4
1.2.	Iqtisodiy hisoblarda qo'llaniladigan matematik usullar.....	7
1.3.	Hisoblash usullari va vositalarining paydo bo'lishi va rivojlanishi.....	9
1.4.	Yer tuzishda matematik usullar va modellarni qo'llashning zarurligi va imkoniyatlari.....	10
2-bob	Matematik dasturlash masalalari	
2.1.	Chiziqli dasturlash masalasi.....	14
2.2.	Matematik dasturlash masalalarining tasnifi.....	20
2.3.	Chiziqli dasturlash masalasini grafik usulda yechish.....	22
3-bob	Chiziqli dasturlash masalasini yechishda simpleks usuli	
3.1	Simpleks usuli haqida.....	39
3.2.	Optimal almashlab ekishni tashkil etish.....	45
4-bob	Chiziqli dasturlash masalasining taqsimot usuli	
4.1	Taqsimot usuli haqida tushuncha.....	52
4.2.	Potentsiallar usuli bilan masalani maksimumga yechish.....	59

5-bob	<b>Iqtisodiy-matematik modellashtirish asoslari</b>	
5.1.	<b>Modellashtirish bosqichlari va iqtisodiy-matematik modellarni tuzish.....</b>	<b>75</b>
6-bob	<b>Ikkilangan baho asosida iqtisodiy-matematik tahlil qilish</b>	
6.1.	<b>Ikkilangan masalaning qo'yilishi.....</b>	<b>95</b>
6.2.	<b>Ikkilangan masalaning optimal yechimni yangilashda ishlatilishi.....</b>	<b>101</b>
6.3.	<b>Iqtisodiy -matematik masalalarni oxirgi simpleks jadval asosida yechish.....</b>	<b>103</b>
7-bob	<b>Iqtisodiy-statistik modellashtirish va ishlab chiqarish funksiyalari</b>	
7.1.	<b>Modellashtirishni informatsiya bilan ta'minlash.....</b>	<b>109</b>
7.2.	<b>Iqtisodiy-statistik modellashtirishning asosiy elementlari va bosqichlari.....</b>	<b>112</b>
7.3.	<b>Ishlab chiqarish funksiyalari, ularning turlari va parametrlarini aniqlash.....</b>	<b>116</b>
7.4.	<b>Ishlab chiqarish funksiyalarining iqtisodiy tasniflari.....</b>	<b>125</b>
8-bob	<b>Korxonalar resurslaridan optimal foydalanish yo'nalishlarini aniqlashning iqtisodiy matematik modellari</b>	
8.1.	<b>Xo'jalikni optimal ixtisoslashtirish va qishloq xo'jalik korxonalari resurslaridan optimal foydalanish yo'nalishlarini aniqlashning iqtisodiy matematik modeli.....</b>	<b>145</b>

<b>8.2. Fermer xo'jaligi yerga egalik qilishi optimal o'lchamini aniqlashning iqtisodiy-matematik modeli.....</b>	<b>155</b>
<b>Testlar .....</b>	<b>171</b>
<b>Adabiyotlar.....</b>	<b>185</b>

**GULCHEHRA SHODMONOVA, ZAFAR ABDULLAYEV**

**YER TUZISHDA IQTISODIY – MATEMATIK USULLAR VA  
MODELLAR**

«Musiq» nashriyoti, Toshkent, B.Zokirov ko'chasi, 1.

ABN58

Nashr uchun mas'ul  
Muharrir  
Tex. muharrir  
Rassom

**M.Po'latov**  
**M. Mirkomilov**  
**A. Moydinov**  
**I.Sagdullayev**

Bosishga ruxsat etildi: 27.07.07. Bichimi 60x90 1/16. «TimesUZ»  
garniturası. Ofset usulida bosildi. Ofset qog'ozi.

Shartli bosma tabog'i 12,0.  
Nashr tabog'i 12,5. Adadi 500.



**«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi»da chop etildi.  
700003, Toshkent shahri, Olmazor, 171-uy. Buyurtma № 39**

ISBN 978-9943-307-20-9



9 789943 307209