Course name: ***Algorithm of calculating methods***
Course language: **Uzbek**
Instructor: **Muhtorjon Yusupov**

Lecture 10: ***Linear programming problem***

Fan nomi: ***Hisoblash usullarini algoritmlash***
Fan o'qituvchisi: **Muhtorjon Yusupov**

10-mavzu: ***Chiziqli programmalash masalalari***

10-mavzu. Chiziqli programmalash masalalari.

Reja:

1. Chiziqli programmalash atamasi
2. Chiziqli programmalash masalasining geometrik usuldagi optimal plani

Tayanch iboralar:

Chiziqli programmalash masalasi. CHPM, Optimal plan, Optimallashtirish, Geometrik usuldagi optimal plan

Ishlab chiqarish jarayonidagi moddiy va iqtisodiy bog'lanishlarni hisobga olgan holda maqsadga muvofiq keladigan eng maqbul rejani tanlash masalasining matematik ifodasi ilmiy va o'quv adabiyotlarida **chiziqli programmalash** atamasi bilan ifodalanadi. Bunday masalalarning matematik ifodasini keltirib chiqarishda odatda ishlab chiqarish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan barcha resurslar, narx-navolar, ishlab chiqarish normativlari hamda masala mohiyatiga ko'ra maqsad funksiyasini tuziladi. Agar muammo harajatlar bilan bog'liq bo'lsa bu harajatlarni ifodalovchi maqsad funksiyasining eng kichik qiymatini, agar maqsad funksiyasi ishlab chiqarishdan keladigan daromadni ifodalasa bu funksiyani eng katta qiymatini topish talab qilinadi.

Aksariyat hollarda ishlab chiqarish resurslari va ishlab chiqarish kuchlari, ularning imkoniyatlarini ifodalovchi shartlar, hamda harajat yoki daromadni ifodalovchi maqsad funksiyalari chiziqli funksiyalar bilan ifodalanganligi uchun bu turdagi masalalar chiziqli programmalash masalalari deb ataladi. Bu yerda programmalash so'zi dasturlash ma'nosida emas rejalashtirish ma'nosida ishlatiladi. Keyinchalik ko'riladi, masala yechimi ham optimal reja shaklida ifodalanadi.

Chiziqli programmalash usullari ishlab chiqarishning barcha sohalarida keng va samarali tatbiq qilib kelinayapti. Axborot texnologiyalarining rivojlanishi, kompyuterlarning imkoniyat va tezliklarining jadal o'sishi esa chiziqli programmalash masalalarining tatbiqini kengayishi hamda yanada mukammalashishiga yo'l ochayapti. Chiziqli programmalash masalalarining matematik ifodasi sodda bo'lsada uni yechishda funksiya maksimum, minimumlarini topishga mo'ljallangan an'anaviy usullarni tatbiq qilib bo'maydi. Bu yerda asosiy muammo – masala shartlariga bog'liq tarzda mumkin bo'lgan yechimlar sohasini (MBES) ni topishdan iborat bo'ladi. Optimal reja (OP) ham ana shu MBESdan izlanishi kerak.

Yuqorida keltirilgan mulohazalarni oydinlashtirish uchun oddiy bir masalani ko'rib chiqamiz. Faraz qilaylik, kichik korxona meva sharbatlarini chiqaradigan bo'lsin. Korxonada 30kg olcha, 45kg olma, 12kg shakar bor. Korxona ikki xil turdagi meva sharbatlarini chiqaradi. 1 – tur meva sharbatining bir bankasiga 0,1kg olcha, 0,5kg olma, 0,1 kg shakar solinsin. 2 – tur meva sharbatining bir bankasiga 0,3kg olcha, 0,2kg olma, 0,1kg shakar solinsin. Agar 1 banka 1 – tur sharbat narxi 1000so'm, 2 – tur meva sharbati 1400so'm tursa, korxona har bir tur meva sharbatidan qanchadan ishlab chiqarganda korxonaning meva sharbatlarini sotishdan tushgan daromadi eng katta bo'ladi?

Masalaning matematik ifodasini tuzish uchun masala shartlariga ko'ra kelib chiqadigan munosabatlarni hosil qilishimiz kerak. Avvalo masala shartiga ko'ra topilishi kerak bo'lgan 1 – va 2 – tur meva sharbatlarining noma'lum sonini x_1, x_2 deb belgilaymiz. Bu holda 1 – , 2 – va 3 – tur xomashyo (olcha, olma, shakar) sarflarini hisoblab bu sarflar korxonadagi bor bo'lgan xomashyo zaxiralaridan ortmasligini talab qilamiz. Xususan olcha sarfi bo'yicha har bir banka 1 – tur meva sharbatiga 0,1kg olcha , 2 – tur meva sharbatiga esa 0,3kg olcha solinadigan bo'lsa mos ravishda x_1 banka 1 – tur , x_2 banka 2 – tur meva sharbatlariga jami $x_1 \times 0,1 + x_2 \times 0,3$ kg olcha sarflanadi. Bu esa korxonada bor bo'lgan 30kg olchadan ortmasligi kerak. Demak olchalar bo'yicha qo'yiladigan shart

$$0,1x_1 + 0,3x_2 \leq 30$$

ko'rinishini oladi. Xuddi shunday mulohazalarga ko'ra olma va shakar sarfi bo'yicha korxona imkoniyatlaridan kelib chiqqan holda

$$0,5x_1 + 0,2x_2 \leq 45$$
$$0,1x_1 + 0,1x_2 \leq 12$$

ko'rinishdagi shartlarni hosil qilamiz. Meva sharbatlarini sotishdan tushadigan daromad esa keltirilgan narxlarga ko'ra jami

$$L(x_1, x_2) = 1000x_1 + 1400x_2$$

bo'lar ekan. Bu yerda $L(x_1, x_2)$ maqsad funksiyasi bo'lib, shunday ishlab chiqarish rejasini tanlash kerakki , bu reja avvalo resurslar bo'yicha shartlarga mos kelsin va maqsad funksiyasining eng katta qiymatini keltirib chiqarsin. Shunday qilib keltirilgan iqtisodiy masala quyidagicha ifodalanar ekan

$$\begin{cases} 0,1x_1 + 0,3x_2 \leq 30 \\ 0,5x_1 + 0,2x_2 \leq 45 \\ 0,1x_1 + 0,1x_2 \leq 12 \end{cases} \qquad (1.1)$$

$$L(x_1, x_2) = 1000x_1 + 1400x_2 \rightarrow \max \qquad (1.2)$$

Keltirilgan (1.1) cheklashlar (shartlar)ga ko'ra (2) maqsad funksiyasining maksimumini toping. Bu masala **chiziqli programmalash masalasining** (ChPM) tipik namunasi sifatida qaralishi mumkin.Ko'rinib turibdiki, (1.1) shartlarda ham (1.2) maqsad funksiyasida ham x_1, x_2 noma'lumlar birinchi darajalari bilan qatnashadi. Bu hol ChPM atamasining kelib chiqishiga sabab bo'lgan. Avval qayd etib o'tganimizdek, (1.1) – (1.2) masalani yechishda an'anaviy ekstremumlarni topish usullarini tatbiq qilib bo'lmaydi. Haqiqatdan ham ekstremumlarning mavjud

bo'lish zaruriy sharti $\frac{\partial L}{\partial x_1} = 0; \frac{\partial L}{\partial x_2} = 0$

bu yerda bajarilmaydi. Buning asosiy sababi bu masalada an'anaviy optimizatsiya masalalaridan farqli funksiyaning lokal ekstremumlari emas global ekstremumi, ya'ni eng katta yoki eng kichik qiymatlarini topish talab qilinadi. Bu qiymatlar, ya'ni *Sup* L(x_1 , x_2) va *inf* L(x_1 , x_2) lar esa, agar mavjud bo'lsa faqat MBES chegaralarida bo'lar ekan. Buni keltirilgan masalaning geometrik tahlilidan ko'rishimiz mumkin. Keyinchalik umumiy holda ham ChPMlar uchun MBES qabariq soha bo'lishi va uning uchun optimal yechim shu qabariq soha uchlaridan birortasida bo'lishini misollarda tahlil qilamiz.

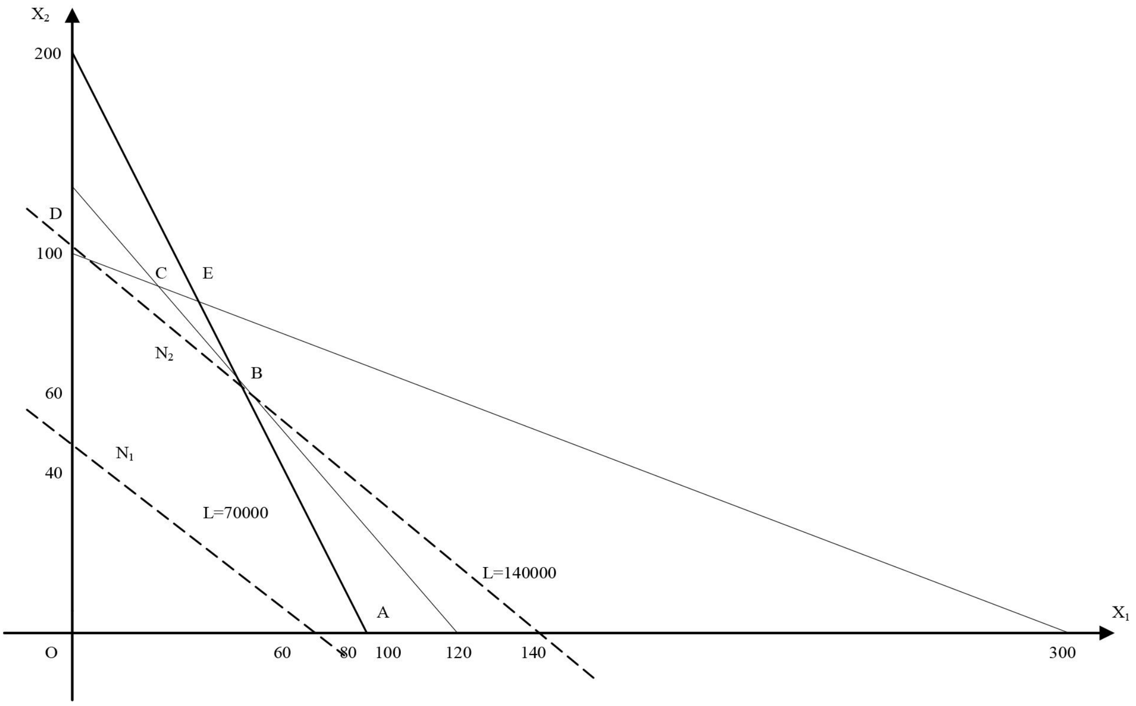
Chiziqli programmalash masalasining yechimini topishda geometrik usul.

Geometrik tahlilni (1.1) – (1.2) masala misolida olib boramiz. (1.1) shartlarning har biri OX_1X_2 koordinat tekisligini to'g'ri chiziq bo'ylab ikki bo'lish va ulardan shartga mos keladigan bittasini tanlashni ifodalaydi. Tahlilni soddalashtirish uchun (1.1) shartlarning hammasini mos ravishda 30;45;12ga bo'lib yozamiz.

$$\begin{cases} \dfrac{x_1}{300} + \dfrac{x_2}{100} \le 1 \\ \dfrac{x_1}{90} + \dfrac{x_2}{225} \le 1 \\ \dfrac{x_1}{120} + \dfrac{x_2}{120} \le 1 \end{cases}$$

$$L(x_1, x_2) = 1000x_1 + 1400x_2 \longrightarrow \max$$

MBESni topish uchun hosil bo'lgan shartlardagi to'g'ri chiziqlarni chizamiz va ulardan pastki qismini olamiz. Natijada OABCD beshburchak shaklidagi soha hosil bo'ladi (1 – rasm).



Bu sohaning istalgan nuqtasining koordinatalari (1.1) – (1.2) masalaning shartlariga mos mumkin bo'lgan yechimlaridan birini ifodalaydi. Bu yerda biz maqsad funksiyasining biror qiyamatiga mos keladigan rejalar (yechimlar)ga mos nuqtalar to'plamini ko'rib chiqamiz. Masalan L(x_1, x_2) = 70000 bo'ladigan nuqtalar to'plami 1000x_1 + 1400x_2= 70000 tenglama bilan ifodalanadi. Bu tenglamaning ikki tarafini 70000ga bo'lib yuboramiz va $\frac{x_1}{70}+\frac{x_2}{50}=1$ ko'rinishdagi tenglamani hosil qilamiz. Bu OX_1X_2 koordinat tekisligida M_1(70;0) va M_2(0;50) nuqtalardan o'tuvchi to'g'ri chiziq tenglamasi bo'lib, 1 – rasmda uning grafigi punktir chiziq bilan ifodalangan. L(x_1, x_2) funksiyaning qiymati orttirilsa, masalan L(x_1, x_2) = 140000 deb olinsa unga mos grafik avvalgisiga parallel bo'lib yuqoriroqdan, ya'ni M_3(140;0) va M_4(0;100) nuqtalardan o'tgan to'g'ri chiziq hosil bo'ladi. Bu to'g'ri chiziqlarning MBESga taaluqli har bir nuqtasining koordinatalari (1.1) – (1.2) masalaning yechimlarini ifodalaydi. Masalan, N_1 nuqtada L(N_1) = 70000, N_2 nuqtada esa L(N_2) = 140000 bo'ladi. Maqsad funksiyasining L(x_1, x_2) = const tartibda olingan grafiklari o'zaro parallel to'g'ri chiziqlardan iborat bo'lar ekan. Maqsad funksiyasining qiymati ortgan sari bu to'g'ri chiziq yuqorilab boraveradi. Bora – bora MBESdan chiqib ketishi mumkin. Xususan berilgan misolda maqsad funksiyasining grafigi MBESdan oxiri C nuqtadan o'tgan holida chiqib ketadi. Ana shu holat, ya'ni C nuqta koordinatalari (1.1) – (1.2) masala yechimini, optimal rejani berar ekan deyishga asos bo'ladi. (1.1) shartlarga mos tengsizliklarni juft-jufti bilan tenglik sifatida olib sistema qilib yechib C, B nuqtalar koordinatalarini topish mumkin. Masala shartlari va 1 – rasmdan kelib chiqqan holda A(100;0), B(70;50), C(30;90), D(0;100) ekanligini ko'ramiz. Chizmada ko'rilganidek MBES qabariq sohadan iborat bo'lib, bu holat barcha ChPMlar uchun o'rinli bo'lgan holatdir. Maqsad funksiyasi grafigi ham to'g'ri chiziq bo'lganligi uchun uni oshirish parallel ko'chirishdan iborat bo'ladi va maqsad funksiyasining maksimal qiymati MBES uchlaridan birida ya'ni maqsad funksiyasining grafigi MBESdan chiqib ketish arafasida o'tgan nuqtasida bo'lar ekan. Bu esa optimal reja, ya'ni ChPMlar yechimini topish uchun umumiy qoida tavsiya qilishga imkoniyat beradi.

ChPMlarni yechishda avvalo MBESni ifodalovchi qabariq soha topiladi va uning uchlarida maqsad funksiyasini hisoblanadi. Bu qiymatlardan eng kattasiga mos keluvchi nuqta koordinatalari izlanayotgan yechim – optimal rejani beradi. Bu qoidani yuqorida ko'rilgan masalaga tatbiq qilamiz. Maqsad funksiyasi (MF) $L=(x_1, x_2)$= 1000x_1 + 1400x_2 bo'lib MBES uchlari A(100;0)
B(70;50), C(30;90), D(0;100) dagi qiymatlarini L_A, L_B, L_C, L_D deb belgilasak $£_A$= 100000, $£_B$=140000, $£_C$=156000, $£_D$= 140000.

Bu qiymatlarni taqqoslash natijasida optimal reja C(30;90) nuqtada ekanligiga ishonch hosil qilamiz. Bu natija 1 – rasmdagi chizmaga ham mos keladi, ya'ni MF grafigini parallel ko'chirishda bu grafik MBESdan C nuqta orqali chiqib ketishi ko'rinib turibdi. Bu keltirilgan grafik usul ikki noma'lumli masalalarda juda qulay bo'lish bilan birga ko'plab umumiy qoida va tavsiyalar ham ishlab chiqishga imkoniyat beradi.

Optimal rejaning iqtisodiy tahlili

Yuqorida keltirilgan (1.1) – (1.2) masalaning topilgan yechimini tahlil qilamiz. Optimal reja C(30;90) nuqtada bo'lib, bu nuqtada $x_1 = 30$; $x_2 = 90$ va $£_C=156000$ ekanligini ko'rdik. Chizmadan (1 – rasm) ko'rinadiki, C nuqtada 1,3-homashyo to'liq sarflanadi, 2-homashyo esa ortib qolar ekan, chunki 2-homashyoga mos to'g'ri chiziq C nuqtadan o'tmaydi. Optimal reja qiymatlarini homashyo sarfi funksiyalariga qo'yib ham bunga ishonch hosil qilamiz.

$$f_1(x_1x_2) = (0,1x_1 + 0,3x_2)\Big|_{\substack{x_1=30\\x_2=90}} = 0,1 \times 30 + 0,3 \times 90 = 30$$

$$f_2(x_1x_2) = (0,5x_1 + 0,2x_2)\Big|_{\substack{x_1=30\\x_2=90}} = 0,5 \times 30 + 0,2 \times 90 = 33 < 45$$

$$f_3(x_1x_2) = (0,1x_1 + 0,1x_2)\Big|_{\substack{x_1=30\\x_2=90}} = 0,1 \times 30 + 0,1 \times 90 = 12$$

Bu holatdan kelib chiqib quyidagi mulohaza va tavsiyalarni keltirish mumkin. Ikkinchi tur homashyo 45 birlik bo'lib, undan 33 birlik ishlatiladi. Demak, 12 birlik 2 – tur homashyo ortib qoladi. Bu ortiqchasini homashyo sifatida sotib yuborish mumkin. Ikkinchi yo'li esa chizmadan ko'rinayapti, ishlab chiqarish rejasini oshirishga to'sqinlik qilayotgan kamyob (taxchil) homashyoni ko'paytirish kerak. Bunda barcha homashyolarni to'la jalb qilish, hamda daromadni oshirish imkoniyatiga ega bo'lamiz. Bizning masalada, chizmadan ko'rinadiki (1 – rasm) , 3 – tur homashyo, ya'ni shakar rejani oshirishga imkoniyat bermayapti. Agar shakarga mos to'g'ri chiziq grafigini paralell ko'chirib E nuqtagacha olib borilsa barcha homashyolar to'la ishlatilishiga erishiladi. Grafikni paralell ko'chirish esa shakar zaxirasini ko'paytirish hisobiga erishiladi. Hususan bizning masalada $f_3(x_1x_2) = (0,1x_1 + 0,1x_2) = C_3$ deb, grafik E nuqtadan o'tishi shartidan C_3 qiymat tanlanadi. E nuqta 1-,2- to'g'ri chiziqlar kesishgan nuqtasi bo'lib, uning koordinatalari

$\begin{cases} 0,1x_1 + 0,3x_2 = 30 \\ 0,5x_1 + 0,2x_2 = 45 \end{cases}$ sistemadan topiladi.

Bu sistemadan $x_1 = \frac{75}{1,3}; x_2 = \frac{105}{1,3}$ ekanligini topamiz.3-xomashyo chizig'i bu nuqtadan o'tishi uchun $f_3(x_1x_2) = 0,1 \times \left(\frac{75}{1,3} + \frac{105}{1,3}\right) = \frac{180}{13} = 13,8$ bo'lishi kerak ekan. Demak, shakar zaxirasini 13,8 birlikka yetkazsak, ya'ni 1,8 birlikka oshirsak optimal planni $E\left(\frac{75}{1,3}; \frac{105}{1,3}\right)$nuqtaga ko'chirish mumkin. Bunda maqsad funksiyasi

$£_E = 1000 \times \frac{75}{1,3} + 1400 \times \frac{105}{1,3} = \frac{75000 + 147000}{1,3} = \frac{222000}{1,3} \approx 170770$ qiymatga erishadi.

Bunda daromad C nuqtadalgiga qaraganda 14770 pul birligiga ortadi. Shunday qilib qo'yilgan iqtisodiy masalaning matematik modelini tuzish, matematik model yordamida masala yechimini topish va topilgan yechimning iqtisodiy tahlilini to'liq o'tkazish mumkin ekan.

Geometrik usulning samarali ekanligini namoyish qilish uchun uch noma'lumli ChPM na’munasini ko'ramiz. Maqsad masala mohiyati va uni yechimini topish jarayonini aks ettirish bo'lgani uchun masalaning birato’la matematik ifodasidan boshlaymiz. Vaqtincha iqtisodiy mulohazalardan holi bo'lgan holda quyidagi matematik masalani ko'ramiz.

$$\begin{cases} 3x_1 + 6x_2 + 8x_3 \le 24 \\ 10x_1 + 5x_2 + 2x_3 \le 30 \\ 4x_1 + 8x_2 + 4x_3 \le 24 \end{cases} \qquad (1.3) \qquad\qquad x_i \ge 0 \qquad i = 1, 2, 3$$

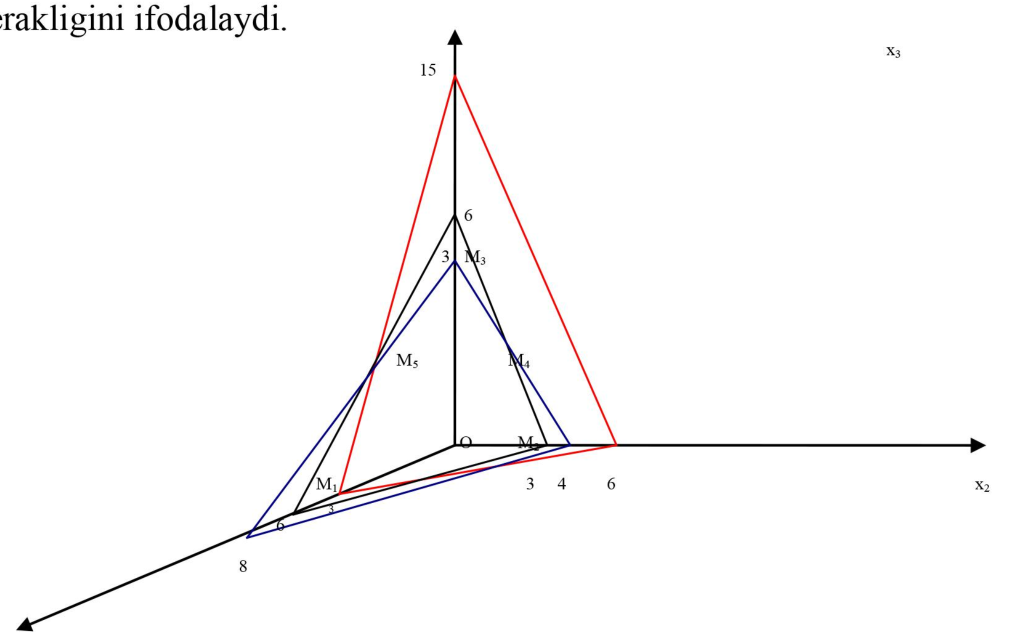
$$L(x_1, x_2, x_3) = 25x_1 + 30x_2 + 20x_3 \to \max \qquad (1.4)$$

Bu yerda (1.3) shartlarni qanoatlantiruvchi barcha nuqtalar orasidan shundayini topishni talab qilinadiki, bu nuqta koordinatalari (1.4) maqsad funksiyasining eng katta qiymatini ta'minlasin. Dastlab (1.3) shartlarni qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plami, ya'ni ChPM uchun MBESni topish kerak bo'ladi. Bu yerda ikki o'lchovli masaladagiga o'xshash geometrik usuldan foydalanamiz. Avvalo (1.3) shartlarni kanonik ko'rinishiga keltiramiz

$$\begin{cases} \dfrac{x_1}{8} + \dfrac{x_2}{4} + \dfrac{x_3}{3} \le 1 \\ \dfrac{x_1}{3} + \dfrac{x_2}{6} + \dfrac{x_3}{15} \le 1 \\ \dfrac{x_1}{6} + \dfrac{x_2}{3} + \dfrac{x_3}{6} \le 1 \end{cases}$$

$$x_1 \ge 0; x_2 \ge 0; x_3 \ge 0$$

Bu shartlarning har biri tenglik sifatida olinganda tekislik kanonik tenglamasi bo'lib, shartga ko'ra shu tekislikdan pastki qismini olish kerakligini ifodalaydi. $x_i \ge 0$ shartlar esa fazoviy koordinat sistemasiga nisbatan birinchi oktantni olish kerakligini ifodalaydi.



2 – rasm

Yuqorida keltirilgan shartlar va mulohazalarga ko'ra (1.3) – (1.4) masala uchun MBESini 2 – rasmda sxematik ifodalangan. Bir-biridan farqlash va MBESni ajratish qulay bo'lishi uchun har bir tekislik uchun boshqa – boshqa rang olingan. Chizmada 1 – tekislik havo rang , 2 – tekislik qizil, 3 – tekislik qora rangda aks ettirilgan. Birinchi oktant tepasidan qaraganda MBES ostki chegarasi shtrixlangan sohadan iborat bo'ladi. Chizmadan ko'rinadiki M_1 2 – tekislikning OX_1 o'qi bilan , M_2 3 – tekislikning OX_2 o'qi bilan, M_3 esa 1 – tekislikning OX_3 o'qi bilan kesishgan nuqtasi bo'ladi. Shunga ko'ra koordinatalar orqali $M_1(3;0;0)$, $M_2(0;3;0)$, $M_3(0;0;3)$ ekanligini ko'ramiz. M_4 nuqta esa $OX_2\ X_3$ koordinata tekisligida 1-, 3-tekisliklar kesishgan nuqtasi ekanligini ko'ramiz. Uning koordinatalarini topish uchun 1-,3-tekislik tenglamalarida $x_1 = 0$ deb sistema hosil qilamiz. Undan esa

$$\begin{cases} 6x_2 + 8x_3 = 24 \\ 8x_2 + 4x_3 = 24 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 6x_2 + 8x_3 = 24 \\ 16x_2 + 8x_3 = 48 \end{cases} \Rightarrow 10x_2 = 24$$

$x_2 = 2{,}4; \quad x_3 = 1{,}2$ topiladi. Demak $M_4(0;2{,}4;1{,}2)$

Xuddi shuningdek M_5 nuqta uchun $x_2=0$ deb 1-,2-tekisliklar kesishgan nuqtasini, M_6 uchun esa $x_3=0$ deb 2-,3-tekisliklar kesishgan nuqtasini topiladi. Bunda $M_5(2{,}6\ ;\ 0\ ;\ 2{,}03)$ va $M_6(2\ ;\ 2\ ;\ 0)$ ekanligi topiladi. MBES tepasida esa uchchala tekislikning kesishgan nuqtasi sifatida topiladigan M_7 nuqta bo'ladi. (1.3) tengsizliklari tenglik qilib sistema sifatida yechilsa $M_7(2{,}08\ ;\ 1{,}36\ ;\ 1{,}2)$ ekanligi topiladi. Natijada MBES qavariq soha $OM_1\ M_2\ M_3\ M_4\ M_5\ M_6\ M_7$ ning barcha uchlari topiladi. Maqsad funksiyasi (MF) qiymatining o'zgarmas qiymatida $25x_1 + 30x_2 + 20x_3 = C =$ const tekislik tenglamasi bo'lib, unga mos nuqtalar shu tekislikda yotadi. Bu yerda ham MF tekislikni parallel ko'chirish C=const qiymatining ortishi yoki kamayishi bilan bog'liq bo'ladi. Shuning uchun optimal reja uning MBES uchlaridan eng katta qiymatga erishadiganiga mos keladi. Agar $L(M_i) = L_i$ belgilash kiritsak, bevosita hisoblashlardan $L_1 = 75; L_2 = 90; L_3 = 60; L_4 = 96; L_5 = 105{,}6; L_6 = 110; L_7 = 116{,}8$ ekanligini ko'ramiz. Demak optimal reja M_7 nuqtada bo'lib , bunda $x_1 = 2{,}08$; $x_2 = 1{,}36$; $x_3 = 1{,}2$ bo'lar ekan, maqsad funksiyasi esa bu nuqtada o'zining eng katta qiymatiga erishar ekan.

1.CHPM geometrik usulda yechilsin.
Misollar

1.1 $\begin{cases} 3x_1 + 5x_1 \le 15 \\ 6x_1 - 4x_2 \ge 12 \\ x_1 \le 2 \\ x_1 \ge 0; x_2 \ge 0 \end{cases}$
$L = 300x_1 + 200x_2 \rightarrow max$

1.2 $\begin{cases} 10x_1 - 5x_2 \ge 20 \\ 3x_1 + 6x_2 \ge 18 \\ x_2 \le 2 \\ x_1 \ge 0; x_2 \ge 0 \end{cases}$
$L = 300x_1 + 500x_2 \rightarrow max$

1.3 $\begin{cases} 3x_1 + 7x_2 \le 21 \\ 8x_1 + 4x_2 \le 24 \\ x_1 \le 2 \\ x_1 \ge 0; x_2 \ge 0 \end{cases}$

$L = 300x_1 + 200x_2 \to max$

1.4 $\begin{cases} 6x_1 + 5x_2 \le 30 \\ 3x_1 + 7x_2 \le 21 \\ x_2 \le 2 \\ x_1 \ge 0; x_2 \ge 0 \end{cases}$

$L = 300x_1 + 500x_2 \to max$

1.5 $\begin{cases} 8x_1 + 7x_2 \le 56 \\ 5x_1 + 2x_2 \le 20 \\ x_1 \le 3 \\ x_1 \ge 0; x_2 \ge 0 \end{cases}$

$L = 800x_1 + 400x_2 \to max$

1.6 $\begin{cases} 3x_1 + 6x_2 \le 18 \\ 2x_1 - 4x_2 \ge 8 \\ x_2 \le 2 \\ x_1 \ge 0; x_2 \ge 0 \end{cases}$

$L = 1000x_1 + 1000x_2 \to max$

2. Berilgan CHPM uchun geometrik usulda optimal plan topilsin.

2.1 $L\,(x_1, x_2, x_3) = 10x_1 + 5x_2 + 8x_3 \to max$

$\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 + 6x_3 \le 30 \\ 4x_1 + 6x_2 + 3x_3 \le 24 \\ x_i \ge 0, i = 1,2,3 \end{cases}$

2.2 $L\,(x_1, x_2, x_3) = 8x_1 + 4x_2 + 6x_3 \to max$

$\begin{cases} 2x_1 + 9x_2 + 6x_3 \le 18 \\ 6x_1 + 4x_2 + 8x_3 \le 24 \\ x_i \ge 0, i = 1,2,3 \end{cases}$

2.3 $L\,(x_1, x_2, x_3) = 5x_1 + 6x_2 + 8x_3 \to max$

$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 + 4x_3 \le 20 \\ 8x_1 + 3x_2 + 6x_3 \le 24 \\ x_i \ge 0, i = 1,2,3 \end{cases}$

2.4 $L\,(x_1, x_2, x_3) = 4x_1 + 10x_2 + 8x_3 \to max$

$\begin{cases} 4x_1 + 8x_2 + 3x_3 \le 24 \\ 6x_1 + 3x_2 + 6x_3 \le 30 \\ x_i \ge 0, i = 1,2,3 \end{cases}$

2.5 $L\,(x_1, x_2, x_3) = 6x_1 + 10x_2 + 8x_3 \to max$

$\begin{cases} 3x_1 + 8x_2 + 4x_3 \le 24 \\ 5x_1 + 3x_2 + 6x_3 \le 30 \\ x_i \ge 0, i = 1,2,3 \end{cases}$

Takrorlash uchun savollar:

1. Chiziqli programmalash masalasi qanday masala?
2. Chiziqli dasturlash masalasining qo‘yilishi.
3. Chiziqli dasturlash masalasining masalasining matematik modelini qurib bering
4. O‘rinli yechim nima?

5. Optimal yechim nima?
6. Shimoliy – g’arb burchak usuli?