

**O'ZBEKSTAN RESPUBLIKASI BAYLANIS,
INFORMATSIYALASTIRIWA'M TELEKOMMUNIKATSIYA
TEKNOLOGIYALARI MA'MLEKETLIK
KOMITETI**

**TASHKENT INFORMATSIYALIQ TEKNOLOGIYALARI
UNIVERSITETI NO'KIS FILIALI**

KOMP`YUTER INJINIRING FAKUL`TETI

“INFORMATSIYALIQ TA'LIM TEKNOLOGIYALARI” KAFEDRASI

«Kasplik ta'lim» qa'nigelinin' 4- kurs studenti

REYMOVA AYNURA ASQARBAYVANIN'

**«Kollej oqiwhilarina parametrlil da'sturlew ma'selesin sheshiwdi
u'yretiw usillari»
temasindag'i**

PITKERIW QA'NIGELIK JUMISI

Kafedra baslig'i:

f.-m.i.k. Sh. Allamuratov

Ilimiy basshi:

Dots. A.T. Qojametov

Pitkeriw qa'nigelik jumisi kafedradan da'slepki qorg'awdan o'tti
___ sanli bayannamasi «_____» _____ 2014jil

No'kis-2014

**O'ZBEKSTAN RESPUBLIKASI BAYLANIS,
INFORMATSIYALASTIRIWA'H M TELEKOMMUNIKATSIYA
TEKNOLOGIYALARI MA'MLEKETLIK
KOMITETI**

**TASHKENT INFORMATSIYALIQ TEKNOLOGIYALARI
UNIVERSITETI NO'KIS FILIALI**

KOMP'YUTER INJINIRING FAKUL'TETI

**“INFORMATSIYALIQ TA'LIM TEKNOLOGIYALARI”
KAFEDRASI**

TACDIQLAYMAN

Kafedra mudiri _____

«_____» _____ 2014 .y.

Reymova Aynura Asqarbayvanin'
« Kollej oqiwhilarina parametrlı da'sturlew ma'selesin sheshiwdi
u'yretiw usillari »
temasindagi'pitkeriw qa'nigelik jumisina

TAPSIRMA

Pitkeriw qa'nigelik jumisinin' temasi' TITU NF-nin'«_____» _____ 2014j
buyrig'i menen tasiyiqlandı.

Jumisti tapsiriw mu'ddeti: «_____» _____ 2014-jil.

Berilgen jumisqa tiyisli mag'liwmatlar: diplom praktikasi materiallari', tema
materiallari', ilimiy a'debiyatlar ha'm Internet materiallari'.

Pitkeriwqa'nigelik jumistin' mazmuni':

Kirisiw.

§1. Sızıqlı programmalastırıwdın' kanonikalıq ma'seleı ha'm onn' qa'siyetler

§2. Sızıqlı programmalastırıw maselesinde tirek sheshimdi diziw ha'm
optimallıqa tekseriw

§3. Parametrlı sızıqlı programmalastırıw ma'selesinin' qoyılıwı

§4. Parametrlı sızıqlı programmalastırıw ma'selesin sheshiw usılları

§5. Delphi programmalastırıw til elementleri

§6. Sanlı mısıl

Juwmaqlaw

Paydalanıl' an a'debiyatlar

Tapsirma berilgen sa'ne «_____» _____ 2014-jil.

Ilimiy basshi _____

Tapsirmani aldi _____

Pitkeriw qa'nigelik jumisiparagraflar boyinsha ma'sla'ha'tshiler.

Paragraflar	Ma'sla'ha'tshi	Imza, sa'ne	
		Tapsirmani berdi	Tapsirmani qabilladi
1	Qojametov.A.T		
2	Qojametov.A.T		
3	Qojametov.A.T		
4	Qojametov.A.T		
5	Qojametov.A.T		

Jumisti orinlaw rejesi:

№	Paragraflardin'ati	Orinlaw mu'ddeti	Ilimiy basshi (ma'sla'ha'tshi imzasi')
1.	Sızıqlı programmalastırıwdın' kanonikalıq ma'selesi ha'm onın' qa'siyetleri	10.02.2014	
2.	Sızıqlı programmalastırıw maselesinde tirek sheshimdi diziw ha'm optimallıqa tekseriw	3.03.2014	
3.	Parametrli sızıqlı programmalastırıw ma'selesinin' qoyılıwı	10.04.2014	
4.	Parametrli sızıqlı programmalastırıw ma'selesin sheshiw usılları	2.05.2014	
5.	Delphi programmalastırıw til elementleri	26.05.2014	
6.	Sanlı mısál	10.06.2014	

Pitkeriwshi _____

«____»_____2014 -jil.

Ilimiybasshi _____

«____»_____2014 -jil.

АННОТАЦИЯ

Рассматривается задачи линейного параметрического программирования и их численное решение. Приведены конкретные примеры.

ANNATATSIYA

Chiziqli parametrlı programmashtirish masalasi ko'rildi va shu chiziqli programmashtirish masalasini yechishning usullari ko'rsatildi.

SUMMARY

In this qualification work the problemes of linear parametric programming and their numerical solving is considered.

Mazmuni

Kirisiw.....	6
§1. Sızıqlı programmalastırıwdın’ kanonikalıq ma’sesele ha’m onın’ qa’siyetleri	9
§2. Sızıqlı programmalastırıw maselesinde tirek sheshimdi diziw ha’m optimalliqa tekseriw	12
§3. Parametrli sızıqlı programmalastırıw ma’selesinin’ qoyılıwı.....	21
§4. Parametrli sızıqlı programmalastırıw ma’selesin sheshiw usılları.....	27
§5. Delphi programmalastırıw til elementleri	38
§ 6. Sanlı mısıl	51
Juwmaq	60
Paydalangan a’debiyatlar	61
Qosimsha.....	62

KIRISIW

Temanin' aktualig'i: Ilim-pa'nnin' rawajlanıwı funktsiyalardı tekseriwine tuwındılardıń kiritiliwi funktsiyalardıń ekstremumların tabıw ma'selesin jen'illestirdi ha'm onı sheshiw usılların jaratıwǵa imkan berdi. Funktsiyalardıń ekstremumın tabıw ma'selesine a'melde ushrasatug'ın ko'pshilik ma'seleler keltiredi. Usı ma'sele tegislikte berilgen uzınlıqtı jabıq iymek sızıqlar ishinde en' u'ken maydang'a iye iymek sızıqtı tabıw ma'selesini ha'm onın' sheshiw aylana esaplanadı.

Usıǵan uqsas ekstremal ma'selelerdi sheshiwdin' birinshi analitikalıq usılı 1629-jılı ullı frantsuz matematigi P.Ferma ta'repinen ko'rsetildi ha'm ol ha'zirgi waqıtta Ferma teoreması atı menen belgili. Keyin ala ekstremum ma'selesin ulıwma jag'dayda analitikalıq ko'riniside sheship bolmawı anıqlandı ha'm onı sheshiw ushın sanlı usıllar islep shıǵıla basladı. Bir o'zgeriwshili funktsiyalar ekstremumların tabıwdın' dixotomiya, altın kesim, Fibonachchi ha'm iteratsiyalıq usılları payda boldı.

Ha'r qanday ekoatikalıq ma'seleni matematikalıq programmalastırıw usılları menen sheshiw mu'mkin deyalmaymız. Bug'an birinshiden, o'lsheminin' u'kenligi, ekinshiden maqset funktsiyasınin' ha'm sheklewler sistemasınin' sızıqsız ekenligi sebep boladı. Bunnan tısqari ma'seleni sheshpey turıp, berilgen mag'lıwmatlardı (maqset funktsiyası ha'm sheklewler sisteması parametrlerin) azg'antay o'zgertirip, sheshim qa'teligin an'satg'ana tabıw imkaniyatın jaratıwǵa urınamız. Bunday o'zgeriwler tosınnan bolg'anı ushın real ma'selenin' sheshiminin' isenimlilik aralıqların, sheshimnin' ornıqlılıǵı bahalaw, da'slepki berilgenlerdin' o'zgeriwine sheshimnin' sezgirligin analizlew sıyaqlı sap matematikalıq operatsiyalardı tekseriw berilgenlerdin' anıqsızlıǵın esapqa alatug'ın usıllar islep shıǵıwdı talap etedi.

Sızıqlı programmalastırıw ma'selelerin u'yreniw ha'm a'meliyatqa paydalanıw ushın qolaylı ha'm jaqsı rawajlang'an, sanı ushın berilgenlerdin' anıq emesligin esapqa alıw algoritmin sızıqlı programmalastırıw ma'selesini ko'rip

shig'adi. Basqa jag'daylarda bunday aniq emeslikti esapqa aliw ju'da' quramalı mashqala esaplanadı. Matematikalıq programmalastırıwdın' bunday mashqalaların sheshetug'ın bo'legi parametrik programmalastırıw dep ataladı. Ol maqset funktsiyası ha'm sheklewler sistemasının' koeffitsientleri bazı bir parametrge sızıqlı baylanıslı bolg'an ma'selelerdi sheshiw menen shug'ıllanadı. Ha'r qanday parametrik programmalastırıw ma'selesine bazı bir da'slepki sızıqlı programmalastırıw ma'selesin sa'ykes qoyıw mu'mkin. Bul da'slepki ma'selenin' an'latılıwına qarap parametrik ma'sele an'latıladı ha'm parametrdin' kiritiliwi bazı bir real halattı sa'wlendiredi.

Bul ilim-pa'nnin' jan'a bag'darı-parametrli sızıqlı programmalastırıwdın' rawajlanıwıda [1,2,3,4,5,6,9] miynetlerinde sawlengen.

Parametrik programmalastırıw ma'selelerin biraq programmalastırıw tilinen paydalanıp sheshiw imkaniyatlarınan paydalansa boladı [7,8,10].

Jumistin' maqseti ha'm waziypalari: sızıqlı programmalastırıw maselesin Excel sisemasında sheshiw maselesi qaraldi ha'm usi sistemada a'meliy ma'selelerdi sheshiw usillari qaraldi.

Izertlew ob'ekti ha'mpredmeti: modellestiriw, optimallastiriw usillari sanli usillar

Jumistin' du'zilisi: Bul pitkeriw qa'nigelik jumısında parametrli sızıqlı programmalastırıw ma'selesinin' teoriyasının' tiykarlarına da a'meliy jaqtan qollanıwg'a tiykarlang'an.

Pitkeriw qa'nigelik jumısı kirisiw, 5 paragraf, juwmaq ha'm a'debiyatlar diziminen ibarat.

Jumıstın' kirisiw bo'liminde qoyılǵ'an ma'selening a'hmiyeti de onın' quramı ko'rip shıǵ'ıladı.

Jumıstın' 1-shi paragrafında sızıqlı programmalastırıw ma'selelerinin' kanonikalıq ko'rinishinin' teoriyalıq tiykarları qaratılǵ'an.

Jumıstın' 2-shi paragrafında parametrik sızıqlı programmalastırıw ma'selelerinin' qoyılıwının' teoriyalıq tiykarları qaratılǵ'an.

Jumıstın' 3-shi paragrafında parametrik sızıqlı programmalastırıw ma'selelerinin' sheshiw usılları qaratılg'an.

Jumıstın' 4-shi Delfi tili haqqında tiykarg'ı mag'lıwmatlar kiritilgen.

Jumıstın' 5-shi paragrafında parametrik sızıqlı programmalastırıw ma'selelerine ma'seleler sheshilip, olardın' programmalıq quralı islep shıg'ılǵ'an.

Juwmaqlaw bo'liminde pitkeriw qa'nigelik jumısının' na'tiyjeleri ha'm paydalanıwları haqqında so'z ju'ritiledi.

§1. Sızıqlı programmalastırıwdın' kanonikalıq ma'selesı ha'm onın' qa'siyetleri

Sızıqlı $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ o'zgeriwshilerge sızıqlı funksiyanın' $x_1, x_2, \dots, x_n$ o'zgeriwshilerge sızıqlı ten'lik ha'm ten'sizlikler ko'rinishinde sha'rtler qoyılğ'anda en' u'lken yaki en' kishi ma'nisin tabıw ma'selesi sızıqlı programmalastırıwdın' tiykarg'ı ma'selesinen ibarat.

Sızıqlı programmalastırıwdın' kanonikalıq formadagi ma'selesı yaqı qısqaşa kanonikalıq ma'selesı dep to'mendegi ma'selege aytıladı.

$$\left. \begin{aligned} C_1x_1 + C_2x_2 + ... + C_nx_n &\rightarrow \max, \\ a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + ... + a_{1n}x_n &= b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + ... + a_{2n}x_n &= b_2, \\ \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + ... + a_{mn}x_n &= b_m, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, ..., x_n &\geq 0 \end{aligned} \right\}$$

bul ma'seleni vektorlı tu'rde

$$(C, X) \rightarrow \max, \quad (1.1)$$

$$Ax = B, \quad x \geq 0, \quad (1.2)$$

ko'riniside jazamiz, bul jerde $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$,

$$C = (C_1, C_2, \dots, C_n),$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix},$$

$$b = (b_1, b_2, \dots, b_n).$$

(1.1) funksiyağa ma'selenin' maqset funksiyası, (1.2) sha'rtlerdi qanaatlardıwshı ha'r bir $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektorg'a bolsa ma'selenin' rejesi dep ataladı.

(1.1) maqset fuksiyasına maksimal ma'nis beriwshi $x^0=(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$ reje bolsa optimal reje delinedi.

Sızıqlı programmalastırıwdın' tiykarg'ı sheshiw usılı onın' kanonikalıq ma'selesini ushın islep shıg'ılǵ'an.

Sızıqlı programmalastırıwdın' ulıwma formadagi ha'r bir ma'selesin og'an ekvivalent kanonikalıq ma'selege keltiriw mu'mkin.

Ma'selen,

$$-3x_1+2x_2-x_3 \rightarrow \min,$$

$$2x_1-3x_3 \leq 1,$$

$$3x_1+4x_2+2x_3=6,$$

$$-x_1+2x_2-x_3 \geq -2,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

ma'seleni

$$3x_1-2x_2+x_3 \rightarrow \max,$$

$$2x_1-3x_3+x_4=1,$$

$$3x_1+4x_2+2x_3=6,$$

$$x_1-2x_2+x_3+x_5=2,$$

$$x_i \geq 0, i = \overline{1,5}$$

ko'rinite ekvivalent kanonikalıq formaga keltiriw mu'mkin.

Sızıqlı programmalastırıw ma'selesinin' bazı a'hmiyetli qa'siyetlerin keltiremiz:

1-qa'siyet. Sızıqlı programmalastırıw ma'selesin rejeler toplamı do'n'es toplam, yag'nıy $x^{(1)}, x^{(2)}$ – qa'legen rejeler, $\lambda \in [0,1]$ bolsa, $\lambda = \lambda x^{(1)} + (1-\lambda)x^{(2)}$ vektor da reje boladı.

2-qa'siyet. Sızıqlı programmalastırıw ma'selesin optimal rejeler toplamı ham do'n'es toplam, yag'nıy x^0, y^0 - optimal rejeler bolsa, $x = \lambda x^0 + (1 - \lambda) y^0$ vektor ham qa'legen $\lambda \in [0, 1]$ ushın optimal reje boladı.

3-qa'siyet. Eger maqset fuksiyası rejeler toplamın to'mennen (yaki joqarıdan) shegaralang'an bolsa, minimum (yaki maksimum) ushın qoyılğ'an sızıqlı programmalastırıw ma'selesinde optimal reje bar boladı.

Sızıqlı programmalastırıw ma'selesinin' rejeler toplamı R^n n- o'lsheimli vektorlar ken'isliginde ko'p jaqlı toplamınan ibarat Q ko'p jaqlı toplamnıń ushı (shetki noqatı) dep sonday x noqatqa aytıladı, onı $x = \lambda x^{(1)} + (1 - \lambda) x^{(2)}$, $x^{(1)} \in Q$, $x^{(2)} \in Q$, $x^{(1)} \neq x^{(2)}$, $0 < \lambda < 1$ ko'rinishinde sa'wlelendiriw mu'mkin emes.

4-qa'siyet. Eger sızıqlı programmalastırıw ma'selesinde rejeler toplamı q bos bolmasa hesh bolmag'anda bir ushqa iye bolsa maqset funksiyanın' optimal ma'nisi (eger ol bar bolsa) rejeler toplamnıń bazı bir ushında erisiledi.

Usı keltirilgen qa'siyetler sızıqlı programmalastırıw ma'selesin sheshiwde tiykarg'ı usıl bolg'an Simpleks usılınnıń islep shıg'arıwda teoriyalıq bolıp xızmet qıladı.

(1.1), (1.2) kanonikalıq ma'seleni simpleks usıl menen sheshiwde rank $A = m < n$ dep oylaymız.

(1.2) sha'rtlerdegi A matritsanı sha'rtler matritsası dep onıń

$$a_j = \begin{pmatrix} a_{1j} \\ a_{2j} \\ \dots \\ a_{mj} \end{pmatrix}, j = 1, 2, \dots, m$$

bag'anaların bolsa sha'rtler vektorları dep ataymız.

Ta'riyp: Eger $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ rejenin' n-m kanonikasi nolge ten' bolıp, qalg'an $i_1, i_2, \dots, i_m$ nomerli komponentalarına sızıqlı baylanbag'an $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}$ sha'rtler sa'ykes kelse, x - bazis reje delinedi.

Eger x bazis rejenin' barlıq $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}$ bazis komponentaları on' bolsa, og'an tiykarınan bolmag'an bazis reje delinedi.

Ma'selen, sızıqlı programmalaştırıw ma'selesinde sha'rtler

$$2x_1 + x_2 - 3x_3 = 2$$

$$x_1 - 2x_3 + x_4 = 1$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0$$

mu'nasebetler menen berilgen bolsa. Demek, $m=2$, $n=4$,

$$a_1 = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}, a_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, a_3 = \begin{pmatrix} 3 \\ -2 \end{pmatrix}, a_4 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix},$$

$$x^{(1)} = (0, 2, 0, 0), x^{(2)} = (1, 0, 0, 0), x^{(3)} = (1/2, 1, 0, 1/2),$$

vektorlar reje boladı. $x^{(1)}$ – vektor bolsa tiykarınan bolmag'an bazis reje, sebebi onın' $n-m = 2$ on' komponentaları $x_2^{(1)}=2$, $x_4^{(1)}=1$ bolıp, olarg'a sızıqlı

baylanbag'an $a_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, a_4 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ bag'analar sa'ykes keledi. $x^{(2)}$ Ha'm bazis reje

boladı, biraq ol tiykarınan bolmag'an bazis reje emes, sebebi onın' on' komponentaları sanı $n-m=2$ den kishi ($x^{(2)}$ de bir on' komponenti bar). $x^{(3)}$ vektor bolsa bazis reje emes, sebebi onda 3 on' komponenta bar, yag'nıy on' komponentalar sanı $n-m=2$ den u'lken.

Sızıqlı programmalaştırıw ma'selesı rejeler toplamının' ushı tu'sinigi bazis reje tu'sinigi menen u'zliksiz baylanısqa. Bul baylanıs to'mendegi teoremada o'z ma'nisinı tabadı.

1-teorema: $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektorndın' bazis reje bolıwı ushın onın' sızıqlı programmalaştırıw ma'selesı rejeler toplamının' ushı bolıwı za'ru'r ha'm jetkilikli.

Bul teoremag'a ko're rejeler toplamının' bir ushınan basqa bir ushına o'tiw – bir bazis rejeden basqa bir bazis rejege o'tiwdi an'latadı.

Simpleks – usılda bir bazis rejeden basqa bir bazis rejege o'tiledi ha'm bunda jan'a bazis rejenin' bazisi aldın'g'ısınan parıqlı bir vektor menen parıq qıladı.

Jan'a bazis rejege o'tiwde to'mendegi tastıyqlaw a'hmiyetke iye.

1-lemma: to'mendegi

$$a_1, a_2, \dots, a_n \quad (1.3)$$

($n > m$) m – vektorlar sisteması berilgen bolsın ha'm

$$a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im} \quad (1.4)$$

onda bazisti payda etsin bul baziste bazı bir a_{ir} vektordı (1.3) sistemanın' a_s , ($s \neq i_1, i_2, \dots, i_m$) vektorı menen almasırg'anda payda bolsın

$$a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im} \quad (1.5)$$

vektor sistemanın' (1.3) sistema bazisi bolıwı ushın

$$a_s = x_{1s}a_{i1} + x_{2s}a_{i2} + \dots + x_{rs}a_{ir} + \dots + x_{ms}a_{im} \quad (1.6)$$

bunda a_{ir} vektorlardın' koefitsentinin' nolden parıqlı bolıwı ($x_{rs} \neq 0$) za'ru'r ha'm jetkilikli.

(1.5) ten paydalanıp bazisten shıg'ıwshı a_{ir} vektordın' jan'a bazistag'ı koordinataları x'_{ki_r} lardı tabamız:

$$x'_{ki_r} = -\frac{x_{ks}}{x_{rs}}, k \neq r, k = 1, 2, \dots, m; x'_{ri_s} = -\frac{1}{x_{rs}} \quad (1.7)$$

Ulıwma alg'anda, (1.6) nan paydalanıp, (1.3) sistemadan a_{ir} den parıqlı qa'legen a_j vektordın' jan'a bazistag'ı $x'_{1j}, x'_{2j}, \dots, x'_{mj}$, koordinatalardı onın' eski bazistag'ı $x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}$ koordinataları arqalı to'mendegishe an'latıw mu'mkin.

$$x'_{kj} = x_{kj} - \frac{x_{rj}}{x_{rs}} x_{ks} = 0, (k \neq r), x'_{rs_s} = \frac{x_{rj}}{x_{rs}}. \quad (1.8)$$

Sonın' menen birge, jan'a kiritilip atırg'an a_s vektor koordinataları to'mendegishe boladı:

$$x'_{ks} = x_{ks} - \frac{x_{rs}}{x_{rs}} x_{ks} = 0, (k \neq r), x'_{rs_s} = \frac{x_{rs}}{x_{rs}} = 1. \quad (1.9)$$

Eger $\Theta_j = \frac{x_{rj}}{x_{rs}}$ dep belgilesek, (1.8) di

$$x'_{kj} = x_{kj} - \Theta_j x_{ks}, (k \neq r), x'_{rj} = \Theta_s \quad (1.10)$$

ko'rinishinde de jazıw mu'mkin.

Meyli, $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ bazı bir bazis reje, $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}$ onın' bazisi bolsın.

To'mendegi belgilewdi kiritemiz:

$$Z_s = C_{i_1} x_{1s} + C_{i_2} x_{2s} + \dots + C_{i_m} x_{ms} = \sum_{k=1}^m C_{i_k} x_{ks},$$

bul jerde x_{ks} , $k=1,2,\dots,m$, - a_s vektordın' $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}$ bazısındaǵı koordinataları.

To'mendegi ayırmanı kiritemiz:

$$\Delta_s = Z_s - S_s \quad (1.11)$$

Δ_s ga a_s vektordın' bahası delinedi. Eger a_s vektor ba'rine tiyisli bolsa, onın' bahası nolge ten' ($\Delta_s=0$) boladı.

(1.11) bahalar ja'rdeminde to'mendegi optimallıq kriteriyasın keltiremiz.

2-teorema: Eger x bazis reje ushın qurılǵ'an barlıq Δ_j , $j=1,2,\dots,n$ bahalar teris bolsa, x - optimal reje boladı.

(1.1), (1.2) ma'seleni simpleks usılında sheshiwde to'mendegi eki na'tiyjege de tiyisli:

3-teorema: Eger x bazis reje ushın $\Delta_s < 0$ baha bar bolıp, a_s vektordın' berilgen bazistag'ı koordinataları x_{ks} , $k=1,2,\dots,m$ arasında on'ları bar bolsa, a_s ti sonday a_{ir} ge almasırtıp jan'a baziske o'tiledi bunda $x_{rs} > 0$ ha'm

$$\Theta_0 = \frac{x_{r0}}{x_{rs}} < \frac{x_{k0}}{x_{rs}}, x_{ks} > 0, (k \neq r) \quad (1.12)$$

boladı.

4-teorema: Eger bazı bir bazis reje ushın $\Delta_s < 0$ bar bolıp, onın' ushın barlıq $x_{ks} \leq 0$, ($k=1,2,\dots,n$) bolsa maqset funksiyası rejeler toplamında joqarıdan shegaralanbag'an boladı.

Bul keltiriwler tiykarında sanı tastıqlaydı, sızıqlı programmalastırıw ma'selesini berilgen bazis rejesi ushın to'mendegi jag'daylardan biri bolıwı mu'mkin:

1) Barlıq bahalar $\Delta_j \geq 0$, $j=1,2,\dots,n$. Bunday jag'dayda 1.2 teoremag'a muwapıq x - optimal reje. Ma'sele sheshilgen esaplanadı.

2) Sonday $\Delta_j < 0$ baha bar bolıp barlıq, $x_{kj} \leq 0$ ($k=1,2,\dots,n$). Bunday jag'dayda 3-teoremag'a muwapıq ma'sele optimal sheshimge iye emes.

3) Teris bahalar bar, biraq ha'r bir teris $\Delta_j < 0$ ushın $x_{kj} > 0$ san bar. Bunday jag'dayda 2-teorema boyınsha jan'a bazisti rejeli o'tiledi ((1.12) ge qaran').

Sızıqlı programmalastırıwdın' parametrik ma'selesı kelesi poragrafda so'z etiledi.

§2. Siziqli programmastiriv maselesinde tirek sheshimdi diziw ha'm optimalliqa tekseriw

Meyli bizge tomendegi SP maselesi berilsin:

$$Z = C_1x_1 + C_2x_2 + \dots + C_nx_n \rightarrow \min \quad (2.1)$$

[illegible]

$$x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}) \quad (2.3)$$

Aytayiq (2.2) shegaralawlar sistemasi m birlik vektoridan ibarat bolsin. Birlik vektorlari den 1-shi m -vektorlarin flimmi mumkin. Onda (2.1)-(2.3) - CP masale to'mendegi ko'rniske iye boladi.

$$Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n \rightarrow \min \quad (2.4)$$

[illegible]

Bul (2.4)-(2.5) CP maselesin tomendegi ko'rnistegi vektorliq formada jaziwga boladi.

$$z = Cx \rightarrow \min \quad (2.6)$$

$$A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots A_m x_m + A_{m+1} x_{m+1} + \dots + A_n x_n = A_0 \quad (2.7)$$

Bunda

$$A_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ M \\ 0 \end{pmatrix}, A_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ M \\ 0 \end{pmatrix}, \dots, A_m = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ M \\ 1 \end{pmatrix}, A_{m+1} = \begin{pmatrix} a_{1m+1} \\ a_{2m+1} \\ M \\ a_{mm+1} \end{pmatrix}, \dots, A_n = \begin{pmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ M \\ a_{mn} \end{pmatrix}, A_0 = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ M \\ b_m \end{pmatrix}$$

Bul $A_1, A_2, \dots, A_m$ vektorlar m o'lishemli kenislikte sizikli garessiz birlik vektorlar bolip tabiladi. Bul vektorliq m o'lishemi kenislikte bazis payda etedi.

Aniqlama 1. n -oshemi vektorliq kenisliktin' bazisi dep usi ken'isliktin' n -siziqli garessiz vektorlarinin' qalegen jiynagina aytamiz.

Joqaridagi (2.7)-jayilmada bazislik belgisiz sipatinda $x_1, \dots, x_m$ belgisizlerin saylap alamiz, al erikli belgisizler $x_{m+1}, \dots, x_n$ lerdi no'lge ten'ep alamiz. Eger $b_i \geq 0 (i = \overline{1, m})$ ekenligin esapqa alsaq_ xa'm_ $A_1, \dots, A_n$ birlik vektorlar bolganliqtan, da'sepki sheshimdi to'mendegi ko'rnisten alamiz.

$$x_0 = (x_1 = b_1, \dots, x_m = b_m, + x_{m+1} = 0, \dots, x_n = 0) \quad (2.8)$$

Bul (2.8) – sheshimge to'mendegi jayilma saykes keledi.

$$A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots, A_m x_m = A_0 \quad (2.9)$$

Bunda $A_1, \dots, A_n$ siziqli garesiz vektorlar, joqaridagi (2.8)-daslepki sheshim tirek sheshim dep ataadi .

Endi qalayinsha da'slepki tirek sheshimnen 2-tirek sheshimdi du'ziwdi qarayıq.

Joqarida (2.7) –anlatpada $x=(x_1,x_2,...,x_n) \in R_n$ vektorlari m-olsheimli ken'eslikte basisti payda etedi, sonliqtan (2.7) –an'latpadagi ha'r bir berigen n – vektordi bir ret gana bazislik vektorlar arqali jaziwga boladi.

$$A_j = \sum_{i=1}^m x_{ij} A_i \quad j = \overline{1, n} \quad (2.10)$$

Aytayıq, bazi birbaziske kirmeytugin vector ushin, misa ushin A_{m+1} vektori ushin en' bolmaganda to'mendegi jayilmadagi x_{im+1} koefitsentlerinin' birewi no'lden o'zgeshe bolsin.

$$A_{m+1} = A_1 x_{1m+1} + A_2 x_{2m+1} + ... + A_n x_{nm+1} \quad (2.11)$$

Ha'zirshe bizge belgisiz bolgan $\theta > 0$ shamasin saylap alip (11) teniktin' eki tarepin usi shamaga ko'beytemiz ham aingan natiyjeni (2.9) ten'lemeden agzama –agza alip taslaymiz, natiyjede to'mendegi natiyjege iye bolamiz.

$$(x_1 - \theta x_{1m+1})A_1 + (x_2 - \theta x_{2m+1})A_2 + ... + (x_m - \theta x_{mm+1})A_m + \theta A_{m+1} = A_0 \quad (2.12)$$

Solay etip,

$$X_1 = (x_1 - \theta x_{1m+1}; x_2 - \theta x_{2m+1}; ...; x_m - \theta x_{mm+1}; \theta; 0, ..., 0)$$

X_1 -sheshim tirek sheshim boladi, egerde onin' komponemtleri teris emes bosa

$\theta > 0$ bolganliqtan, onda X_1 -vertordin' on' emes x_{im+1} komponemtleri teris emes boladi.

Sonin' ushin bul vektordin' $x_{im+1} (i = \overline{1, m})$ on' aniqlangan komponentalarin qaraw kerek, yagniy: $\theta > 0$ ler ushin $x_{im+1} > 0$

$$x_j - \theta x_{im+1} > 0 \quad (2.13)$$

Bunan

$$\theta \leq \frac{x_i}{x_{im+1}} \text{ ga iye bolamiz.}$$

Demek, $0 < \theta \leq \frac{x_i}{x_{im+1}}$ turinde aniqlanganda x_i -vektori sheshim bolip tabiladi.\

Tirek sheshim $m+1$ on' aniqlangan komponentaga iye bolmaytuginliqtan x_i -sheshimnin' bir komponentasin nolga aylandiriw zaru'r.

Meyli

$$\theta = \theta = \min \frac{x_i}{x_{im+1}} \quad (2.14)$$

Sonda X sheshimnin' min ga erisetugin komponentasi nolga aylanadi.

Aytayiq bul komponenta 1-shi orinda tursin.

$$\theta_0 \min \frac{x_i}{x_{im+1}} = \frac{x_i}{x_{1m+1}} \quad (2.15)$$

Bul tabilgan θ_0 din' manisini (12) – an'latpaga aparip qoysaq, onda tomendegi jayilmaga iye bolamiz.

$$A_2 x_1' + A_3 x_3' + \dots + A_{m+1} x_{m+1}' = A_0 \quad (2.17)$$

Bul alingan (17) jayilmaga tomendegi tirek sheshim saykes keledi.

$$x_1 = (x_2, x_3', \dots, x_{m+1}', 0, \dots, 0) \quad (2.17)$$

bunda $x_i' = x_i - \theta x_{im+1}$ $\left(i = \overline{2, m}\right), \quad x_{m+1}' = \theta_0$

Bul duzilgen $A_2, A_3, \dots, A_{m+1}$ vektorlar sistemasi garesiz bolip [am bul taza bazislerdi du'zedi, kelesi tirek sheshimdi aniqlaw ushin $A_2, A_3, \dots, A_{m+1}$ bazisine kirmeytugin qalegen vektordni usi bazistini' vektorlari boyinsha jayip, onnan keyin usi bazistini' vektorlaridan birewi shigarilip taslaytugin sonday bir $\theta_0 > 0$ aniqlaw kerek.

Solay etip taza tirek sheshimdi aliw protsessi vektordisaylawdan ibarat boladi (bul vector baziske kiritiletugin vector boliwi kerek) ha'm vektordni aniqlawdan ibarat (bul vector bazisten shigariliw kerek).

Baziske kiritiliwshi vektordni aniqlawshi kriteriy Simpleks usilini' tiykargi ilementleri bolip tabiladi. Bul jerde soni aytip otiwmiz kerek, eger vector A_{m+1} baziske kirgiziletugin bolsa, al onin' (2.11) jayilmadagi barliq $x_{im+1} \leq 0$ bolsa, onda demek jayilma vektorlardin' birewinin' shigariliwina alip keletugin $\theta_0 > 0$ di saylap aliwimizga bolmaydi. Bul jagdayda x_i sheshimi

$m+1$ on' komponentalardan turadi, al $A_2, A_3, \dots, A_{m+1}$ - vektorlar sistemasi siziqli gazezli bolip tabiladi ha'm sheshimler kopmu'yeshliginin' mu'yeshli noqatin emes, al ishki noqatin aniqlaydi. Bul jagdayda siziqli funktsiya minima maniske iye bolmaydi. Bul tomendegini korsetedi.

Siziqli funktsiyaga saykes bolgan gepertegislik sheshimler kopmu'yeshligine tirek bola almaydi. (n - vektorina qarama-qarsi bagdarda qanshama jilistirsaq ha'm, yagmiy sheshimler ko'p ta'repligine siziqli funktsiya shegaralanbagan). Solay etip eger SP ma'selenin' sheklewler sistemasi teris emes erikli agzalarga iye bolgan, birlik baziske iye bolsa, onda qosimsha esaplaw o'tkermey-aq en' daslepki tirek sheshim aliwga boladi.

Aniqlama. Tirek sheshim aynimali emes (невырожденный) dep ataladi, egerde ol m on' aniqlangan komponentadan ibarat bolsa, keri jagdayda tirek sheshim aynimali (вырожденный) dep ataladi.

Aytayiq (2.4) – (2.5) – SP ma'selese tirek sheshimge iye bolsin ha'm ha'r bir sheshim ayriqsha bolmasin. Bul jagdayda (2.8) tirek sheshim ushin to'mendegige iye bolamiz.

$$A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots + A_m x_m = A_0 \quad (2.18)$$

$$c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_m x_m = Z(x_0) \quad (2.19)$$

Bunda barliq $x_1 > 0$. Al $Z(x_0)$ - bolsa x_0 – sheshimge saykes keletugin usi funktsiyanin' ma'nisi. Qalegen A_i bektori berilgen basiz vektorlar $A_1, A_2, \dots, A_m$ boyinsha jayiliw birden bir, yagniy

$$A_1 x_{1j} + A_2 x_{2j} + \dots + A_m x_{mj} = A_j \quad (2.20)$$

Sonliqtan x_j vektorinin' baziste jayiliwina birden-bir funktsiyanin' manisi saykes keledi, yagniy

$$c_1 x_{1j} + c_2 x_{2j} + \dots + c_m x_{mj} = Z_j \quad (2.21)$$

Bunda Z_j - siziqli funktsiyanin' manisi. c_j - arqali siziqli funktsiyanin' A_j – vektorina saykes keletugin koefitsentini' belgileymiz.

Sonda tomendegi teorema orinli boladi.

Teorema 1. Egerde bazibir A_j -vektori ushin $Z_j - c_j > 0$ bolsa onda x_0 - sheshimi optimal bolmaydi ha'm $Z(x) < Z(x_0)$ boatugin x sheshimin du'ziwge boladi.

Da'lillew. Joqaridagi (2.20)-(2.21)-an'latpaga $\theta_0 > 0$ shamasin kobeytsek ha'm saykes na'tiyjelerdi (2.18)-(2.19)- an'latpalardan alsaq, to'mendegige iye bolamiz.

$$(x_1 - \theta x_{1j})A_1 + (x_2 - \theta x_{2j})A_2 + \dots + (x_m - \theta x_{mj})A_m + \theta A_j = A_0 \quad (2.22)$$

$$(x_1 - \theta x_{1j})c_1 + (x_2 - \theta x_{2j})c_2 + \dots + (x_m - \theta x_{mj})c_m + \theta c_j = Z(x_0) - \theta(Z_j - c_j) \quad (2.23)$$

(2.23)- an'latpada $j=1,2,\dots,n$ ma'nislerinde ten'liknin' eki ta;repinde de θc_j shamasi qosilgan. Al (2.22) an'latpada $x_1, x_2, \dots, x_m$ ler on' aniqlangan, sonin' ushin A_j - vektorlarinin' aldindagi koefitsentleri teris emes bolatugin etip $\theta_0 > 0$ shamasin saylap aliwga boladi, yagniy ma'selenin' to'mendegi taza sheshimin aliwga boladi.

$$X = (x_1 - \theta x_{1j}, x_2 - \theta x_{2j}; x_m - \theta x_{mj}, 0, \dots, 0)$$

Bul sheshimge (2.23) an'latpa boyinsha siziqli funktsiyanin' tomendegi ma'nisi sa'ykes keledi.

$$Z(x) = Z(x_0) - \theta(Z_j - c_j) \quad (2.24)$$

Teoremanin' sharti boyinsha

$Z_j - c_j > 0$ ha'm $\theta_0 > 0$, onda

$$Z(x) < Z(x_0) \quad (2.25)$$

Saldar. Eger bazibir x_0 sheshimi ushin barliq A_j ($j = \overline{1, n}$) vektorlarinin' berilgen baziste jayiliwi $Z_j - c_j \leq 0$ shartin qanaatlandirsa, onda x_0 -sheshimi optimal boladi.

Bul (2.25)- sharti siziqli funktsiyanin' minimumga iye boliwinin' optimalliq sharti bolip tabiladi, al $Z_j - c_j$ ma'nisi bolsa sheshimnin' bahasi dep ataladi. Solay etip siziqli funktsiyanin' minima ma'nisin tabiwda ma'selenin' sheshimi optimal boliwi ushin onin' bahalari aniqlaniwi za'rur ha'm jetkilikli.

Endi eger (2.4)-(2.5) ma'seleli maksimumga izertlense, onda to'mendegi teorema orinli.

Teorema 2 Bazibir A_j vektori ushin $Z_j - c_j < 0$ bahasi orinlansa, onda x_0 - sheshim optimal sheshim bolmaydi ha'm

$$Z(x) > Z(x_0) \quad (2.26)$$

bolatugin sonday x sheshimin du'ziwge boladi.

Saldar. Bazibir x_0 - sheshim ushin A_j ($j = \overline{1, n}$) bektorlarinin' barliginin' berilgen baziste jayiliwi $Z_j - c_j > 0$ shartin qanaatlandirsa, onda x_0 - sheshim optimal boladi.

Bul (2.26) – sharti siziqli funttsiyanin' maksimal manisin tabiwadin' optimalliq sharti .

Demek, SP nin' sheshimi boliwi ushin (2.26)- shartinin' orinlaniwi za'rurli ha'm jetkilikli.

Simpleks metodinin' algoretimi.

Joqaridagi (2.4)-(2.5)- SP maselenin' maksimal ma'nisin tabiw talap etilsin . SP nin' minimum ma'nisin tabiw ushin

$$X_0 = (x_1 = b_1, \dots, x_m = b_m, x_{m+1} = 0, \dots, x_n = 0)$$

Tirek sheshimin optimalliqqa tekseriyik. Bul tirek sheshimdi optimalliqqa tekseriw ushin (2.5)- sistemanin' A_j ($j = \overline{1, n}$) vektorlarinin' $A_1, A_2, \dots, A_m$

vektorlari boyinsha qatarga jayiw kerek ha'm $Z_j - c_j$ bahalarin tekseriw zarur.

Bazis birden bir bolganliqtan A_j vektorlarinin' bazis boyinsha qatarga jayiliw koefitsentleri bolip onin' komponentalari xizmet, yagniy $x_{ij} = a_{ij}$ ($i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$). Bunan bilayga esaplawlardi Simpleks kestesini jardeinde ju'rgiziwge qolayli.

Bul kestenin' C_b baganasinda bazislik vektorlarga sa'ykes koefitsentlerin jazamiz. A_0 baganada i -vektordin' bazis boyinsha jayilmasinin' koefitsentlerin jazamiz. Al $(m+1)$ joldin' A_0 baganasina siziqli funktsiyanin' x_0 degi manisin jazamiz. Solay etip $Z(x_0)$ ha'm Z_j lardin' ma'nisleri to'mendegishe esaplanadi.

$$Z_0 = C_0 x_0 = \sum_{i=1}^m C_i x_i \quad (2.27)$$

$$Z_0 = C_0 x_j = \sum_{i=1}^m C_i x_{ij}, \quad j = \overline{1, n} \quad (2.28)$$

bunda C_j - bazislik vektorlarga saykes siziqli funktsiyanin' koefitsentleri.

Birinshi Simpleks kesteni du'zip bolgan keyin $(m+1)$ di qarap shigamiz. Egerde barliq $j = \overline{1, n}$ ushin $Z_j - c_j \leq 0$ orinli bolsa, onda x_0 sheshim optimal sheshim boladi ha'm x_0 sheshimge sa'ykes maqset funktsiyanin' maksimal ma'nisi $Z(x_0)$ boladi.

Aytayiq $Z_j - c_j$ ayirmalarinin' birewi ushin $Z_j - c_j > 0$ bolsin, onda x_0 sheshim optimal sheshim bolmaydi. Onda sol ayirmaga saykes vektordi baziske kirgizip basqa tirek sheshimdi du'zemiz. (bul tirek sheshimge siziqli funktsiyanin' kishi ma'nisi sa'ykes keledi). Egerde $Z_j - c_j$ ayirmanin' on' manisleri bir neshe bolsa (2.23)- qatnasqa tiykarlana otirip, baziske kiriwshi vektorga $\max[\theta_{0j}(Z_j - c_j)]$ sa'ykes keletugin vector alinadi.

Onda maksimum $Z_j - c_j > 0$ qanaatlandiriwshi j -lar ushin alinadi, al θ_{0j} ha'r bir j ushin aniqlanadi. Bunday saylap aliw ushin protsessinde maxset

funktsiyanin' ma'nisi sheshimler ko'p ta'repliliginin' bir ushinar ekinshi ushina o'tiwde kemeyip bariwin ha'm iteratsiyaliq protsesstin' saninin' kemeyip bariwina alip keledi. Natiyjede optimal sheshim alinadi. Eger ma'selenin' JEEM de aliw ushin, onda baziske kiriwshi vektor $\max[\theta_{0j}(Z_j - c_j)]$ shartinen saylap alinadi. Eger bir neshe bir-birine ten' maksimal ma'nisler bolsa, onda $\theta_{0j}(Z_j - c_j)$ birdey bir neshe ma'nisi bolsa, onda bularga sa'ykes baziske kiriwshi vektorlar $\min C_j$ larga saykes keletuginligi alinadi. Egerde $Z_j - c_j > 0$ lerdin' en' bolmaganda birewi ushin x_{ij} jayilmanin' koefitsentlerine saykes keletugin vector on' emes bolsa, onda maxset funktsiyasi sheshimler kopta'repliliginde shegaralanbagan.

Meyli $\max[\theta_{0j}(Z_j - c_j)] = [\theta_{ok}(Z_k - c_k)]$ yagniy maksimal ma'niske k- vector ushin erisin, $m < k < n$. Onda baziske A_k vektori kiredi ha'm bazisten

$$\theta_{ok} = \min \frac{x_i}{x_{ik}}, \quad x_{ij} > 0$$

saykes keletugin vektor shigadi. Aytayiq $\theta_{ok} = \min \frac{x_i}{x_{ik}} = \frac{x_i}{x_{ik}}$ yagniy l - jolda turgan bazislik vektorda erissin, onda A_l vektori bazisten shigadi.

§3. Parametrli sızıqlı programmalastırıw ma'selesinin' qoyılıwı

3.1. Ma'selenin' qoyılıwı:

Ko'plegen ekoatikalıq ma'selelerde berilgen shamalar bazı bir parametrge baylanıslı boladı. Bunday ma'seleler parametrik programmalastırıw ma'seleleri delinedi.

Berilgenlerdi bazı bir parametrge baylanıslılıg'ın sızıqlı programmalastırıwdın' tiykarg'ı ma'selesine qollanıp ko'remiz.

Qanday ekoatikalıq ma'seleni matematikalıq programmalastırıw usılları menen sheshiw mu'mkin dep aytamız. Bug'an birinshiden, jalg'awshının' u'lkenligi, ekinshiden maqset funktsiyasının' ha'm sheklewler sistemasının' sızıqsız ekenligi sebep boladı. Bunnan tısqarı ma'seleni sheshpey turıp, berilgen mag'lıwmatlardı (maqset funktsiyası ha'm sheklewler sisteması parametrlerin) azg'antay o'zgartirip, sheshim qa'teligin an'satg'ana tabıw imkaniyatın jaratıwg'a urınamız. Bunday o'zgerisler tosınnanlı bolg'anı ushın real ma'seleni sheshiminin' isenimliligi aralıqların, sheshimnin' ornıqlılıg'ı bahalaw, da'slepki berilgenlerdin' o'zgeriwine sheshimnin' sezgiriligin analizlew sıyaqlı sap matematik operatsiyalardı tekseriw berilgenlerdin' anıq emesligin esapqa alatug'ın usıllar islep shıg'ıwdı talap etedi.

Sızıqlı programmalastırıw ma'selelerin u'yreniw ha'm ameliyatqa paydalanıw ushın qolaylı ha'm jaqsı rawajlang'an, sonın' ushın berilgenlerdin' anıq emesligin esapqa alıw algoritmin sızıqlı programmalastırıw ma'selesi mısalında ko'remiz. Basqa jag'daylarda bunday anıq emeslikti esapqa alıw ju'da' qıyın mashqala. Matematik programmalastırıwdın' bunday mashqalaların sheshetug'ın bo'limi *parametrik programmalastırıw* delinedi. Ol maqset funktsiyası ha'm sheklewler sistemasının' koeffitsientleri (berilgenler) bazı bir parametrge sızıqlı baylanıslı bolg'an (ko'p hallarda) ma'selelerdi sheshiw menen shug'ıllanadı. Har qanday parametrik programmalastırıw ma'selesine bazı bir da'slepki sızıqlı programmalastırıwdın' ma'selesin saykes qoyıw mu'mkin. Bul

da'slepki ma'selenin' an'latalıwına qarap parametrik ma'sele an'latıladı ha'm parametrin' kiritiliwi bazı bir real halattı sa'wlelendiredi.

Sızıqlı programmalastırıw ma'selesi optimal sheshimnin' maqset funksiyası ha'm sheklewlerdegi koeffitsentlerden baylanıslılıg'ın u'yreniw a'meliy ma'seleler ushın juda' ahimiyetke iye. Bul ma'seleni tastıyqlaw etiw sızıqlı programmalastırıwdın' parametrika tipindegi ma'selelerine alıp keledi.

Sızıqlı programmalastırıw ma'selesin qaraymız:

$$F(x)=(c,x) \rightarrow \max \quad (3.1)$$

$$Ax=B, x \geq 0 \quad (3.2)$$

Bul jerde $c \in R^n, b \in R^m$, A - $m \times n$ – matritsa.

Bir qatar ekoatikalıq ma'seleler (3.1), (3.2) ma'selege alıp keledi. Ma'selen, $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – islep shıg'arıw rejesi bolsa, $A=(a_{ij})$ matritsada a_{ij} element j tovar islep shıg'arıw ushın i resurs sarp etiwdi bildiredi, $B=(B_1, B_2, \dots, B_m)$ resurslar mug'darı, $F(x)=(s,x)$ – islep shıg'arıw rejesine saykes ulıwma paydanı an'latadı.

Eger j tovar islep shıg'arıw ushın i resurs sarpı $[a_{ij}- a'_{ij}, a_{ij}+ a'_{ij}]$ aralıqta o'zgeriwi mu'mkin bolsa, (3.2) sha'rt ornına

$$(A+\lambda A')x=b \quad (3.3)$$

to'mendegi sha'rtke iye bolamız, bunda $A'=(a'_{ij})$ - $n \times m$ matritsa, λ – bazı bir parametr.

Sızıqlı programmalastırıwdın' parametrik ma'selesine alıp keliwshi ma'selelerinen birewin qaraymız.

Berilgen T waqıt intervalı dawamında bazı bir tu'rdegi tovar islep shıg'arıw ha'm onı saqlaw rejesin islep shıg'ıw talap etiledi, bunda karxananın' ulıwma minimal bolsın.

To'mendegi belgilerdi kiritemiz: S_t – t - da'wir ($t=1,2, \dots, T$) baylanısıwdag'ı zapas mug'darı; r_t – talap mug'darı; x_t – t - da'wir ushın izlenip atırg'an islep shıg'arıw mug'darı; d - bir birlik tovardı bir waqıt intervalı dawamında saqlaw qa'rejeti; e – bir birlik tovar islep shıg'arıw ushın qurılmanı qayta sazlaw ma'nisi.

Ha'r bir waqıt intervalında islep shıg'ılg'an tovar bir bo'legi yaki tolıq sarıplanadı dep esaplaymız.

Tovardı islep shıg'arıw ha'm saqlaw ko'lemi arasındag'ı qatnas ha'r k – intervalda ta'mendegishe an'latıladı:

$$S_k = S_0 + \sum_{i=1}^k x_i - \sum_{i=1}^k r_i \geq 0, k = 1, 2, \dots, N, \quad (3.4)$$

bul jerde $N - [0, 1]$ aralıqta tovar jetkerip beriw intervallardıń sanı, $x_i \geq 0$, $r_i \geq 0$, $s_i \geq 0$, $i = 1, 2, \dots, N$.

Karxananıń ulıwma qa'rejetleri to'mendegishe esaplanadı:

$$F = \sum_{i=1}^N S_i d + \sum_{i=1}^N e y_i$$

bul jerde $y_i - z_i = x_i - x_{i-1}$, $y_i \geq 0$, $z_i \geq 0$, y_i – islep shıg'arıwdıń ken'eyiwi.

Eger d ha'm s turaqlılar aldınnan ma'lim bolsa, $\alpha = e/d$ dep belgilep, maqset funksiyası

$$F(S, y) = \sum_{i=1}^N (S_i + \lambda y_i) \quad (3.5)$$

ko'riniste bolg'an sızıqlı programmalastırıw ma'selesine kelemiz.

λ parametrden baylanıslı (3.5) maqset funksiyasın (3.4) sha'rtlerde minimumın tabıw ma'selesini sızıqlı programmalastırıwdıń parametrik ma'selesinen ibarat.

Solay etip, sızıqlı programmalastırıwdıń parametrik ma'selesinde (3.3) ko'riniste sha'rtlerde yaki (3.5) ko'riniste maqset funksiyasıda bazı bir λ parametr qatnasadı. Bul parametr ma'nislerinin o'zgeriwi sızıqlı programmalastırıw ma'selesi sheshimine u'lken ta'sir ko'rsetedi.

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \rightarrow \max \quad (3.9)$$

[illegible]

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \quad (3.11)$$

sha'rtlerdegi maksimum ma'nisin tabıwdan ibarat, bul jerde c_j, a_{ij} ha'm b'_i, b''_i – berilgen turaqlı sanlar.

3) Eger sızıqlı funksiya ha'm, sheklewler sistemasındag'ı saltan' ag'zalar ha'm, t parametrge baylanıslı bolsa, t parametrdin' o'zgeriw aralıg'ı $[\alpha; \beta]$ aralıqtan alıng'an ha'r bir ma'nisi ushın funksiyanın'

$$z = (c_1' + \lambda c_1'')x_1 + (c_2' + \lambda c_2'')x_2 + \dots + (c_n' + \lambda c_n'')x_n \rightarrow \max \quad (3.12)$$

[illegible]

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \quad (3.14)$$

sha'rtlerdegi maksimum ma'nisin tabiw ma'slesi qoyiladi.

4) Bul ma'selelerdin' uliwması sıpatında sonday parametrik programmalastırıw ma'selesı qoyıladı, bunda maqset funksiyanın' koeffitsientleri ha'm, sheklewler sistemasındag'ı koeffitsientler ha'm saltan' ag'zalar ha'm t parametрге baylanıslı boladı.

Bul ulıwma ma'sele to'mendegishe analiz qılınadı: t parametrdin' o'z aralıg'ınan ha'r bir ma'nisi ushın

$$z = (c_1' + \lambda c_1'')x_1 + (c_2' + \lambda c_2'')x_2 + \dots + (c_n' + \lambda c_n'')x_n \quad (3.15)$$

sızıqlı funksiyanın'

[illegible]

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \quad (3.17)$$

sha'rtlerdegi maksimum ma'nisi tabılsın. Bul ma'seleni sıızıqlı parametrik programmalastırıw usılları menen sheshiw mu'mkin.

§4. Parametrlı sızılı programmalastırıw ma'selesin sheshiw usılları

Maqset funksiyası parametrge baylanışlı bolg'an sızılı programmalastırıw ma'selesi.

Maqset funksiyası bazı bir λ parametrge baylanışlı bolg'an sızılı programmalastırıw ma'selesin qaraymız:

$$f(x, \lambda) = \sum_{j=1}^n c_j(\lambda) x_j = \sum_{j=1}^n (c'_j + \lambda c''_j) x_j \rightarrow \max \quad (4.1)$$

$$Ax=b, x \geq 0 \quad (4.2)$$

Sızılı programmalastırıw ma'selesin sheshiw usılı bolg'an simpleks usılǵ'a ko're, eger bazı bir λ ushın (4.1), (4.2) ma'sele bazis rejenin' barlıq bahaları teris emes bolsa bul bazis reje optimal boladı. Usı bazistın' optimallıǵ'ın ta'miynleytug'ın barlıq λ parametrdin' ma'nislerine bazis rejenin' optimallıq toplamı dep ataladı.

(4.1), (4.2) ma'sele sheshiminin' λ parametrdin' o'zgeriwinen baylanışlılıǵ'ın u'yrenemiz.

$\lambda = \lambda_0$ dep alıp, (4.1), (4.2) ma'seleni simpleks usıl menen sheshemiz. Na'tiyjede to'mendegi eki jag'daydan birine kelemiz:

- 1) Berilgen λ_0 ushın optimal reje tabıldı (bar bolg'an);
- 2) Berilgen λ_0 ushın (4.1) Maqset funksiyası shegaralanbag'an.

Olardı qarap shıǵ'amız:

1) A matritsa bag'anaların a_j , $j=1,2,\dots,n$ dep belgileyemiz. Ha'r bir a_j bektordin' $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}$ baziske ko're $\Delta_j(\lambda_0)$ bahaların esaplaymız:

$$\Delta_j(\lambda_0) = \sum_{s=1}^m c_{i_s}(\lambda_0) x_{i_{sj}} - c_j(\lambda_0) = \sum_{s=1}^m c'_{i_s} x_{i_{sj}} - c'_j + \lambda_0 \left(\sum_{s=1}^m c''_{i_s} x_{i_{sj}} - c''_j \right)$$

To'mendegishe belgileymiz:

$$\Delta'_j = \sum_{s=1}^m c'_{i_s} x_{i_{sj}} - c'_j,$$

$$\Delta''_j = \sum_{s=1}^m c''_{i_s} x_{i_{sj}} - c''_j.$$

Ol waqıtta

$$\Delta_j(\lambda_0) = \Delta'_j + \lambda_0 \Delta''_j \quad (4.3)$$

boladı. $\lambda = \lambda_0$ bolg'anda optimal rejeni alg'anı ushın $\Delta_j(\lambda_0) \geq 0$, $j=1,2,\dots,n$,

boladı. $\lambda = \lambda_0$ bolg'anda optimal reje tabılg'anı ushın $\Delta_j(\lambda_0) \geq 0$, $j=1,2,\dots,n$, boladı.

$\lambda = \lambda_0$ ushın alıng'an optimal sheshimnin' λ parametrin' o'zgeriwine qanday baylanıslılıg'ın qarap shıg'amız. $\Delta_j(\lambda) = \Delta'_j + \lambda \Delta''_j$ ekenligin esapqa alıp, λ parametrin'

$$\Delta'_j + \lambda \Delta''_j \geq 0, j=1,2, \dots, n \quad (4.4)$$

boladı. $\lambda = \lambda_0$ bolg'anda optimal reje tabılg'anı ushın $\Delta_j(\lambda_0) \geq 0$, $j=1,2,\dots,n$

boladı. $\lambda = \lambda_0$ ushın alıng'an optimal sheshimnin' λ parametr o'zgeriwine qanday baylanıslılıg'ın qarap shıg'amız. $\Delta_j(\lambda) = \Delta'_j + \lambda \Delta''_j$ ekenligin esapqa alıp, λ parametrin'

$$\Delta'_j + \lambda \Delta''_j \geq 0, j=1,2,\dots,n \quad (4.4)$$

qatnastı qanaatlardırwshı ma'nislerin anıqlaymız.

Solay etip, eger $\Delta_j'' < 0$ bolsa, (3.4) qatnas

$$\lambda \leq -\frac{\Delta_j'}{\Delta_j''}$$

bolg'anda orinlanadı. Eger $\Delta_j'' > 0$ bolsa, (3.4) qatnas

$$\lambda \geq -\frac{\Delta_j'}{\Delta_j''}.$$

bolg'anda orinlanadı.

To'mendegi belgilewlerdi kiritemiz

$$\lambda_{-} = \begin{cases} \max(-\frac{\Delta_j'}{\Delta_j''}), \text{ agar } \Delta_j'' > 0, \text{ mavjud bo'lsa,} \\ -\infty, \text{ agar barcha } \Delta_j'' \leq 0, \text{ bo'lsa} \end{cases} \quad (4.5)$$

$$\lambda_{-} = \begin{cases} \min(-\frac{\Delta_j'}{\Delta_j''}), \text{ agar } \Delta_j'' < 0, \text{ mavjud bo'lsa,} \\ \infty, \text{ agar barcha } \Delta_j'' \geq 0, \text{ bo'lsa} \end{cases} \quad (4.6)$$

Tekserilip atirg'an $a_1, a_2, \dots, a_{im}$ bazis optimal bolıp qalıw ushın (3,4) sha'rt orınlanıwı kerek. Demek, bul bazisti optimal toplamı λ parametrđin'

$$\lambda_{-} \leq \lambda \leq \lambda_{+}$$

Qatnastı qanaatlandırıwshı ma'nislerinen ibarat.

(3,1), (3,2) ma'seleni $\lambda > \lambda_{+}$ ushın tekseremiz. Bul bolsa Δ_j' sanlar ishinde terisleri bar bolıwın an'latadı.

Meyli,

$$\min_{\Delta_j'' < 0} \left(-\frac{\Delta_j'}{\Delta_j''} \right) = -\frac{\Delta_k'}{\Delta_k''} = \lambda, \Delta_k'' < 0 \quad (4.7)$$

bolsin $\Delta_k(\bar{\lambda})=0$ bolip, haqıyqattan da,

$$\bar{\lambda} = -\frac{\Delta'_k}{\Delta''_k}, \text{ bul jerden } \Delta_k(\lambda) = \Delta'_k + \bar{\lambda} \Delta''_k = 0.$$

Endi qaralıp atırǵ'an a_k vektordın' qaralıp atırǵ'an bazis boyınsha tarqatılması koeffisientleri x_{ik} ushın to'mendegi eki jag'daydı qaraymız :

a) Barlıq $x_{ik} \leq 0$;

b) Hesh bolmag'anda bir $x_{ik} > 0$.

a) Barlıq $x_{ik} \leq 0$ bolsın. To'mendegin jazamız:

$$\Delta_k(\lambda) = \Delta'_k + \lambda \Delta''_k; \quad \bar{\lambda} = -\frac{\Delta'_k}{\Delta''_k}, \quad \Delta_k(\bar{\lambda}) = 0.$$

Bunın' ushın

$$\Delta_k(\lambda) = \Delta'_k(\lambda) + (\lambda - \bar{\lambda}) \Delta''_k = 0.$$

Meyli, $\lambda > \bar{\lambda}$ ha'm $\Delta''_k < 0$. Demek, $\Delta_k(\lambda) < 0$ barlıq $x_{ik} < 0$ bolg'anı ushın bul ten'sizlik (4.1), (4.2) ma'selenin' $\lambda > \bar{\lambda}$ ushın sheshimge iye emesligin bildiredi.

b) x_{ik} sanlar ishinde bazı bir qatnas bar. Bul jag'dayda simpleks usılǵ'a ko're, a_k vektor baziske kiritiledi. Onın' ushın $\Delta_k(\bar{\lambda}) = 0$ ha'm $\Delta''_k < 0$.

Bazisten sonday a_r vektordı shıǵ'aramız, onın' ushın

$$\frac{x_{r0}}{x_{rk}} = \min_{x_{ik} > 0} \frac{x_{i0}}{x_{ik}}$$

bolsın. Payda bolg'an jan'a bazis hesh bolmag'anda $\lambda = \bar{\lambda}$ ushın optimal bolıwın ko'rsetemiz.

Simpleks usılda bir bazisten basqa birewine o'tiw formulalarına ko're to'mendegilerdi jazamız:

$$\Delta_j(\lambda) = \Delta_j(\lambda) - \frac{x_{rj}}{x_{rk}} \Delta_k(\lambda), \quad j=1,2,\dots,n$$

$\lambda = \bar{\lambda}$ bolg'anda

$$\bar{\Delta}_j(\bar{\lambda}) = \Delta_j(\bar{\lambda}) - \frac{x_{rj}}{x_{rk}} \Delta_k(\bar{\lambda}) = \Delta_j(\lambda) \geq 0, \quad j=1,2,\dots,n$$

boladı.

λ nın' sonday ma'nislerin tawamız,

$$\bar{\Delta}_j(\lambda) = \bar{\Delta}_j + \lambda \Delta_j'' \geq 0, \quad j=1,2,\dots,n \quad (4,8)$$

bolsın.

$\Delta_k'' < 0$ bolg'anı ushın (4.8) qatnas barlıq $\lambda \geq \bar{\lambda}$ ushın orınlanadı. Sanı da'liylleyemiz: Haqıyqattan ha'm, jan'a baziske o'tilgende Δ_j' ha'm Δ_j'' lar to'mendegi formulalar boyınsha o'zgeriledi:

$$\Delta_j' = \Delta_j' - \frac{x_{rj}}{x_{rk}} \Delta_k', \quad \Delta_j'' = \Delta_j'' - \frac{x_{rj}}{x_{rk}} \Delta_k''$$

A_r vektor eski baziske tiyisli bolg'anı ushın $\Delta_r' = \Delta_r'' = 0$ ha'm ol waqıtta

$$\bar{\Delta}_r' = -\frac{x_{rk}'}{x_{rk}}, \quad \bar{\Delta}_r'' = -\frac{x_{rk}''}{x_{rk}} \quad (4.9)$$

boladı. λ dın' (4.8) di qanaatlandırıwshı barlıq ma'nislerinde to'mendegi ten'sizlik orınlı:

$$\bar{\Delta}_r' + \lambda \bar{\Delta}_r'' \geq 0$$

Ol waqıtta

$$-\frac{\Delta_k'}{x_{rk}} - \lambda \frac{\Delta_k''}{x_{rk}} \geq 0,$$

yaki $x_{rk} > 0$ bolg'anı ushın

$$\Delta_k' + \lambda \Delta_k'' \leq 0$$

orinlanadı. Solay etip $\Delta_j'' < 0$. sonın' ushın (4.8) di qanaatlandırıwshı barlıq λ lar ushın to'mendegi ten'sizlik orinlanadı:

$$\lambda \geq -\frac{\Delta_k'}{\Delta_k''} = \bar{\lambda}$$

Solay etip, to'mendegi teorema orınlı boladı.

5-teorema: Meyli , $\bar{\lambda} < \infty$ bolsın ha'm k indeks (4.7) sha'rtten anıqlansın.

Ol waqıtta: a) eger $x_{ik} \leq 0$, $i=1,2,\dots,m$ bolsa (4.1) sıızılıqı funksiya (4.2) sha'rtti qanaatlandırıwshı rejeler toplamında barlıq x lar ushın shegaralanbag'an boladı.

b) eger bazı bir $x_{ik} > 0$ bolsa, simpleks usıl nızamı boyınsha a_k vektordı baziske kiritsek sonday jan'a baziske iye bolamız, onın' optimal toplamı shep shegaraların $\bar{\lambda}$ menen u'stpe- u'st tu'sedi.

2) Endi $\lambda = \lambda_0$ ushın (4.1), (4.2) ma'selede sheshim bar bolmaw sha'rti orinlansın:

$$\Delta_k = \Delta_k' + \lambda_0 \Delta_k'' < 0, x_{ik} \leq 0, i = 1, 2, \dots, m, \quad (4.10)$$

bul jerde a_k –baziske kirmegen vektor.

Eger $\Delta_k'' = 0$ bolsa (4.10) sha'rt qa'legen λ_0 ushın orinlanadı ha'm (4.1), (4.2) ma'seleler barlıq λ ushın sheshimge iye emes. Eger $\Delta_k'' > 0$ bolsa, (4.10) sha'rt barlıq $\lambda < \lambda_1 = -\frac{\Delta_k'}{\Delta_k''}$ ushın orinlanadı. Eger $\Delta_k'' < 0$ bolsa, (4.10)

sha'rt barlıq $\lambda > \lambda_1$ ushın orınlı. Na'tiyjede $\Delta_k'' < 0$ bolg'anda (4.1), (4.2) ma'sele λ_1 dan shepke sheshimge iye emems.

Solay etip, sheshimnin' keyingi bo'legi ($\Delta_k'' > 0$) ushın λ sıpatında λ_1 di alıp sheshiwdi a'melge asırıw kerek. Eger bunda optimal sheshim alınsa, keyingi analiz 1- jag'day boyınsha alıp barıladı.

Eger $\Delta_k'' > 0$ ge iye bolsaq, ja'ne sheshim analizine o'temiz, biraq λ sırtınan λ_2 ni alamız. Eger $\bar{\Delta}_k'' < 0$ ge iye bolsaq, (4.1), (4.2) ma'sele λ_2 den o'tkende sheshime iye emes degen juwmaqqa kelemiz, yag'nıy

$$\lambda \geq \lambda_2 = -\frac{\bar{\Delta}_k'}{\bar{\Delta}_k''}, \lambda_1 \succ \lambda_2.$$

Biraq aldın (4.1), (4.2) ma'sele $\lambda < \lambda_1$ ushın sheshimge iye emes degen juwmaqqa iye edik, demek ol barlıq waqıtta sheshimge iye emes. Sonday juwmaqqa $\Delta_k'' = 0$ bolg'anda da kelemiz.

Endi (4.1), (4.2) ma'selede λ parametr ushın optimal ma'nisler toplamın anıqlaw algoritimin keltiremiz.

1. Bazı bir $\lambda = \lambda_0$ ushın $X^0 \{X^0_B, X^0_H\}$ optimal bazis reje onın' $A_B = \{a_{i_1}, a_{i_2}, \dots, a_{i_m}\}$ bazisin tabamız;

$J_b = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}, J_X = J \setminus J_b, J = \{1, 2, \dots, n\}$ dep belgileymiz.

2. Ha'r bir $J \in J_H$ ushın $A_b^{-1} a_j$ vektordın' $X_{isj}, s=1, \dots, m$, komponentaların anıqlaymız.

3. Ha'r bir $j \in J_H$ ushın

$$\Delta_j' = \sum_{s=1}^m c_{i_s}' X_{isj} - c_j',$$

$$\Delta_j'' = \sum_{s=1}^m c_{i_s}'' x_{i_{sj}} - c_j''$$

sanlardı esaplaymız.

4. (4.5) ha'm (4.6) formulalar boyınsha $\underline{\lambda}$ ha'm $\overline{\lambda}$ sanlardı anıqlaymız.

5. λ parametrdin' optimal ma'nisler toplamı $[\underline{\lambda}, \overline{\lambda}]$ boladı.

Parametrik programmalaştırıw ma'selelerini sheshiwdin' grafik usılı.

(3.6)-(3.9) ma'selenin' geometrik ko'rinisin ko'reyik, (3.8) ten'lemeler sistemasının' teris bolmag'an sheshimler toplamı bos emes ha'm birewden artıq noqatqa iye dep. oylayıq. Ol jag'dayda berilgen ma'seleni sheshiw $t \in [\alpha; \beta]$ din' ha'r bir ma'nisinde (3.6) sıızılı funksiya maksimum ma'niske erisetug'ın noqattı tabıwdan ibarat. Bul noqattı tabıw ushın $t = t_0$ dep, geometrik ko'rinisten paydalanıp, sheshimdi grafik usılda tabamız, (yaki ma'sele $t = t_0$ da sheshimge iye emesligin anıqlaymız) sonnan son' (4.1)-(4.2) ma'sele usı optimal sheshimge iye bolg'an t nın' ma'nisleri toplamın tabamız. Keyin ja'ne jan'a ma'nis beremiz; $t = t_1$ ha'm bul ma'niske saykes optimal sheshim tabıladı ha'm ol sheshim saqlanatug'ın t nın' ma'nisleri toplamı anıqlanadı (yaki ma'sele $t = t_1$ de sheshimge iye emesligi ko'rsetiledi). Shekli sandag'ı qa'demnen son' $t \in [\alpha; \beta]$ din' ha'r bir ma'nisi ushın optimal sheshim tabıladı yaki ma'sele sheshimge iye emesligi ko'rsetiledi.

Ma'sele. Karxana 2 tu'rdegi (A ha'm B) o'nim islep shıg'aradı, sonın' ushın 3 tu'rdegi resurstan paydalanıladı.

Ha'r bir tu'r o'nim birligin islep shıg'arıw ushın ketetug'ın resurs sarıp ha'm zapası to'mendegi kestedede keltirilgen.

1-jadval

Resurs tu'ri	O'nim birligining' islep shig'arıwg'a ketken resurs sarpı		Resurs zapası
	<i>A</i>	<i>B</i>	
1	4	1	16
2	2	2	22
3	6	3	36

Bizge ma'lim birinshi tu'rdegi o'nim birligining' bahası 2 den 12 sha'rtli birlikke shekem o'zgeredi, 2 tu'rdegi o'nim birligining' bahası 13 ten 3 sha'rtli birlikke shekem o'zgeredi, bul o'zgirisler to'mendegi menen anıqlanadı.

$$c_1 = 2 + t, \quad c_2 = 13 - t, \quad 0 \leq t \leq 10$$

Ha'r bir tu'rdegi o'nim birligi bahasın mu'mkin bolg'an ma'nislerinen olardı islep shig'arıwdın' sonday rejesin tabıw kerek, bunda o'nimnin' bahası maksimal bolsın.

SHeshiliwi: Karxana *A* o'nimnen x_1 dana *B* o'nimnen x_2 dana islep shig'aradı. Bul ma'selenin' matematik modeli to'mendegishe:

t parametrdin' $[0,10]$ aralıqtan aling'an ha'r bir ma'nisi ushın

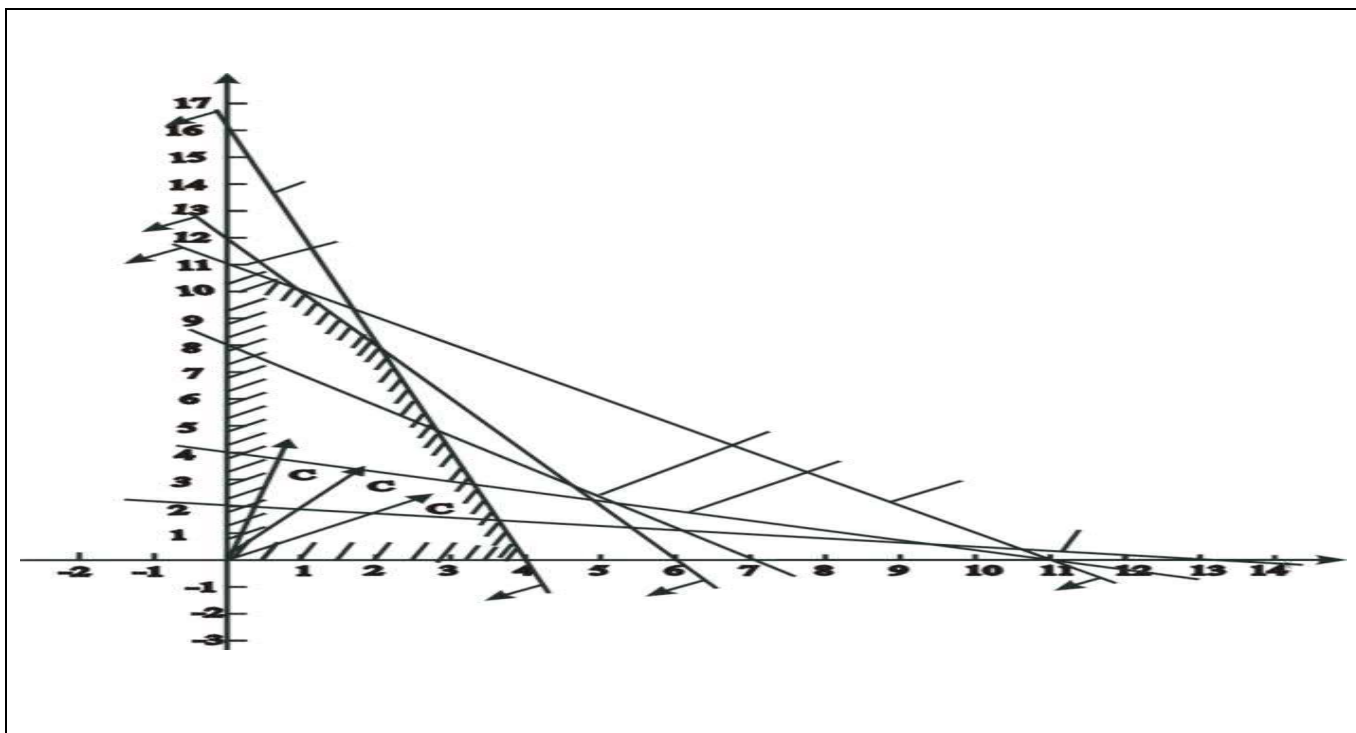
$$F = (2 + t)x_1 + (13 - t)x_2 \quad (4.11)$$

sızıqlı funksiyanın'

$$\begin{cases} 4x_1 + x_2 \leq 16 \\ 2x_1 + 2x_2 \leq 22 \end{cases} \quad (4.12)$$

$$\begin{cases} 6x_1 + 3x_2 \leq 36 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad (4.13)$$

sha'rtlerdegi maksimal ma'nisin tabıw ma'selesı qoyılg'an. (4.11)-(4.12) ma'seleni sheshiw ushın (4.2)-(4.2) ten'sizlikler sisteması menen anıqlanatug'ın sheshimler ko'pmu'yeshligin ko'remiz 1-su'ret.



1-su'ret

Keyin $t = 0$ berip $2x_1 + 13x_2 = 0$ tayanish sızıg'ın ha'm onın' bag'darlawshı vektorın $\vec{C} = (2; 13)$ sızamız. Tayanish sızıg'ın $\vec{C}$ bag'darında jılıstırıp, ko'remiz, $A(0; 11)$ noqat ko'pmu'yeshlik aqırg'ı noqatı. Demek, (4.1)-(4.3) ma'sele $t = 0$ de $X_0^* = (0; 11)$ optimal sheshimge iye. Bul A o'nim bahası 2 sha'rtli birlik ha'm V o'nim bahası 13 sha'rtli birlik bolsa, islep shıg'arıwdın' optimal rejesi 11 dana V o'nimnen islep shıg'arıp, A o'nimnen islep shıg'armawdan ibarat.

Bunday reje boyınsha o'nim islep shıg'arıw ulıwma bahası maksimal ha'm ol 143 ge ten' $F_{\max} = 143$.

Endi $t = 2$ ge ma'nis beremiz ha'm $4x_1 + 11x_2 = 0$ tayanish sızıg'ın, $\vec{C}(4; 11)$ bag'darlawshı vektordı quramız ha'm ja'ne $X_0^* = (0; 11)$ optimal rejeye iye bolamız. Bul protsess $(2+t)x_1 + (13-t)x_2 = 0$ (1) tayanish sızıg'ı $2x_1 + 2x_2 = 22$ sızıq menen parallel bolg'ang'a shekem dawam etedi. Bunda $t = 5,5$ ke ten' (tuwrı sızıqlar parallellek sha'rtinen t tabıladı).

Bunda AV kesindinin' barlıq noqatları t nın' 0 den 5,5 ke shekem ma'nisinde usı optimal sheshimge iye.

Demek, $0 \leq t \leq 5,5$ te ma'sele optimal rejesi $X_0^* = (0;11)$ boladı, bunda maqset funksiya'sının' ma'nisi $F_{\max} = 143 - 11t$ g'a ten'.

Endi t nın' $5,5$ ten u'lkenirek 6 ma'nisi ushın ma'selenin' sheshimin qarayıq $(2+6)x_1 + (13-6)x_2 = 8x_1 + 7x_2 = 0$ ha'm $\vec{C} = (8;7)$ ni ko'remiz $X_1^* = (1;10)$ optimal rejege iye bolamız. Bunın' ekoatikalıq ma'nisi, eger A o'nim birliginin' bahası 8 sha'rtli birlik ha'm V o'nim birliginin' bahası 7 sha'rtli birlik bolsa, bunday jag'dayda A o'nimnen 1 dana ha'm B o'nimnen 10 dana islep shıg'arg'an maqul.

Bunda o'nimnin' ulıwma bahası $F_{\max} = 78$. Ko'rinisten ko'rinip turıptı, maqset funksiya'sının' ta'sir sıızıg'ı $6x_1 + 3x_2 = 36$ sıızıq menen paralell bolg'anşa $X_1^* = (1;10)$ reje ma'selenin' $5,5 \leq t \leq 8$ de optimal rejesi boladı. Bul sıızıqlardıń' paralellik shartinen $t=8$ ge ten'ligi kelip shıg'adı. Demek, reje $5,5 \leq t \leq 8$ de orınlı. Bunda $F = 132 - 9t$.

Solay etip, $8 \leq t \leq 10$ ushın optimal reje $X_2^* = (2;8)$ ge iye bolamız. Bul bolsa A o'nim birliginin' bahası $10-12$ sha'rtli birlik ha'm V o'nim birliginin' bahası $3-5$ sha'rtli birlik bolsa, onda A o'nimnen 2 dana ha'm B o'nimnen 12 dana islep shıg'arg'an maqul ekenligin bildiredi. Bunda o'nimnin' ulıwma bahası $F_{\max} = 108 - 6t$.

Solay etip, ma'selenin' sheshimi: $0 \leq t \leq 5,5$ da $X_0^* = (0;11); F_{\max} = 143 - 11t$

$$5,5 \leq t \leq 8 \text{ de } X_1^* = (1;10); F_{\max} = 132 - 9t$$

$$8 \leq t \leq 10 \text{ da } X_2^* = (2;8); F_{\max} = 108 - 6t$$

§5. Delphi programmalastırıw til elementleri

Ha'zirgi ku'nde ju'da' ko'p algoritmik tiller bar. Bul tiller ishinde Paskal tili universal tillerden biri bolıp, basqa tillerge qarag'anda imkoniyatları ken'irek til esaplanadı. Son'g'ı jıllarda Paskal tili ju'da' qurammallasıp, ko'p qollanılmaqta. Paskal tilinde programma du'ziw ushın Turbo Paskal ha'm Delfi programmalastırıw quralları bar. Bul programmalastırıw quralları zamanago'y kompyuter texnologiyasının' ha'mme talapların o'z ishine alg'an ha'm onda programma du'ziwshi ushın barlıq qolaylıqlar jaratıl'g'an.

Delphi programmalastırıw quralı Turbo Pascal tilinin' rawajı bol'g'an Object Pascal tili isletiledi. Ha'zirgi ku'nde bul tilge ju'da' ko'plegen janalıqlar kiritilgen onın' imkaniyatları ja'nede ken'eytirilgen, usı sebepli bul tildi Delphi tili dep te ataw mu'mkin.

Delphi tili ha'm basqa programmalastırıw tilleri sıyaqlı o'z alfavitine ha'm belgilerine iye. Ol 26 bas latin ha'riplerin, 0 den 9 g'a shekem bol'g'an arap tsifrıların ha'm to'mendegi belgilerdi isletedi: boslıq belgisi; 4 ta arifmetik a'meller + , - , * , / ; logikalıq a'mellerdi orınlaw ushın < , > , <= , >= , <> , = belgilerin isletedi. Bulardan tısqarı u'tir, noqat, eki noqat, kishi qawsırma, u'lken ha'm u'lken ortasha qawsırmalar. Programmada ta'riypler qa'legen jerde beriliwi mu'mkin. Olar u'lken qawsırma ishinde jazıladı.

Ma'selen. Program ad; { Bul programma atı }

1.3.Turaqlılar, o'zgeriwshiler ha'm standart funktsiyalar

Haqıyqıy tu'rdegi sanlar ulıwma jag'dayda to'mendegi ko'riniste boladı:

$$s a_1 a_2 \dots a_n. b_1 b_2 \dots b_k$$

Bul jerde s belgi (+ yaki -) yaki bos orın; $a_1 a_2 \dots a_n$ pu'tin bo'lek; $b_1 b_2 \dots b_k$ bo'lshek bo'lim. Ma'selen: +3,147 sanı +3.147 yaki 3.147

$$-143,03 \text{ sanı } -143.03$$

$$57,0 \text{ sanı } 57.0$$

$$0,493 \text{ sanı } 0.493 \text{ yaki } .493$$

Haqiqiy sanlarning o'zgeriw diapazoni kompyuterding tu'rine qarap har turli bo'ladi. $10^{-38} < x < 10^{+38}$ x-qa'legen san. Olar eksponentsial (da'rejeli) ko'rinishda an'latilishi ham mumkin, yagniy $\pm m10^{\pm n}$. Bunday sanlar to'mendegishe jaziladi: $\pm mE \pm n$. Ma'selen:

0,43·10⁻⁶ .43E-6
0,0003 3E-4

Pu'tin sanlar uliwma jag'dayda to'mendegi ko'rinishda jaziladi $s a_1a_2...a_n$.

Ma'selen: +345 sanı +345 yaki 345
-106 sanı -106

Pu'tin sanlar o'zgeriw diapozoni -32768 den +32767 ge shekem. Eger pu'tin san ma'nisi bul dipazonnan shiqsa, ol haqiqiy san turinde an'latiladi yaki kompyuter turine qarap, ol on altılıq sanaq sistemasında da an'latilishi mumkin. Belgililer qos tırnaq ishinde jaziladi. Jaziliw diapazoni 0 den 255 ke shekem bo'ladi. Misali ushin: "Paskal", "405.5"

Paskal tilinde identifikator tusinigi bar bolip, programmada obektlerge at qoyiwda isletiledi. Turaqlilardi, o'zgeriwshilerdi, belgi(metka), protsedura ha'm funktsiyalardi belgilewde isletiletug'in at **identifikatorlar** delinedi. Identifikatorlar latin alfaviti hariflerinen baslanıp qalg'an harifleri belgi yaki tsifr izbe-izliginen quralg'an bolishi mumkin. Ma'selen: xx, xx1, alfa&.

Delphi tilinde programma islewi dawamında ma'nisi o'zgermeytug'in identifikatorlar **turaqlilar** delinedi ha'm olar programmaning bas bo'liminde **Const** so'zi menen tariyplenip, og'an aniq ten'lestiriledi.

Misal. Const aa1=2.27;

Pi=3.14;

radius=14;

Programma islewi dawamında ma'nislari o'zgeriwi mumkin bolg'an identifikatorga **o'zgeriwshiler** delinedi ha'm olar programma bas bo'liminde **Var** so'zi menen tariyplenadi. O'zgeriwshiler atı keltirilip, olarning turleri beriledi. O'zgeriwshilerding en' ko'p isletiletug'in turleri **pu'tin, haqiqiy, belgili, qatar**

ha'm **logikalıq**. Olar sa'ykes ra'wishte pu'tin - **Integer**, haqıyqıy - **Real**, belgili - **Char**, qatar (tekst) - **String** ha'm logikalıq- **Boolean** dep jazıladı.

```
Ma'selen: Var  a, d1, alfa : Integer;  
             c121, df : Real;  
             Etx, xx : Char;  
             St,Sw: String;  
             fl : Boolean;
```

Logikalıq o'zgeriwshiler tek g'ana eki ma'nis qabıl qıladı: "True" (ras) ha'm "False" (jalg'an).

Kompyuter paydalanıwshı ta'repinen qoyılğ'an ma'seleni anıq ha'm tu'sinikli ko'rsetpeler berilgende g'ana orınlay aladı. Bul ko'rsetpeler ma'lim bir ma'nisti an'latıwshı so'zlerden ibarat bolıp, kompyuterge qanday operatsiyanı orınlaw kerekligin bildiredi ha'm bul ko'rsetpelerge **operatorlar** delinedi. Operatorlar programma islegende izbe- iz ra'wishte orınlanadı. Delphi tilinde bir qatarg'a bir neshe operatorlardı jazıw mu'mkin.

Delphi tilinde programma teksti bas ha'm tiykarg'ı bo'limnen quraladı. Bas bo'lim programma atı ha'm o'zgeriwshiler, turaqlılar, massivler, belgiler(metkalar), protseduralar ha'm funktsiyalardı ta'riyplewden ibarat boladı. Tiykarg'ı bo'lim programma denesi delinip, onda programmada orınlanatug'ın barlıq operatorlar izbe- izligi beriledi ha'm ol Begin (baslaw) so'zi menen baslanıp End (tamam) so'zi menen tawsıladı. Ulıwma jag'dayda programma strukturası to'mendegi ko'rinishke iye:

Program <programma atı>;

Uses <Paydalanatug'ın bibliotekalar (moduller) dizimi>;

Label <Isletiletug'ın belgiler(metkalar)<dizimi>;

Const <Isletiletug'ın turaqlılardı anıqlaw >;

Type <Jan'a tu'rlerdi anıqlaw >;

Var <O'zgeriwshilerdi ta'riyplew>;
<Protsedura ha'm funktsiyalardi aniqlaw>

Begin

<Orinlanatug'in operatorlar izbe- izligi >

End.

1.4.Mag'liwmatlar tu'rleri

Mag'liwmatlar tu'rlerin Delphi tilinde uliwma jag'dayda ekige ajratiw mu'mkin:

- standart tu'rler. Bul tu'rler aldinnan Delphi tili ta'repinen aniqlang'an boladi;
- programmist ta'repinen kiritiletug'in (aniqlanatug'in) tu'rler.

Standart tu'rler quramina to'mendegiler kiredi: pu'tin, haqiyqiy, belgili (simvol), qatar (strok), logikalıq, ko'rsetkishli ha'm variant.

Programmist tu'rler programmanın **Var** bo'liminde wliwma o'zgeriwshilerdi ta'riyplewde aniqlaydı yaki arnawlı tu'rlerdi aniqlaw ushin bo'lim bolg'an - tu'rlerin ta'riyplew **Type** bo'liminde aniqlaydı.

Bul bo'lim uliwma jag'dayda to'mendegishe boladı.

Type

<tu'r atı>=<tu'rdin' atı>;

Mısal:

Type

TColor=(Red,Blue,Black);

Var Color1,Color2,Color3: TColor;

Type bo'liminde programmist ta'repinen jan'a Tcolor atlı tu'r kiritilmekte ha'm ol Red,Blue,Black mu'mkin bolg'an ma'nislerin qabıl qılıwı mu'mkin.

Var bo'liminde programmist ta'repinen tu'ri aniqlang'an u'sh Color1,Color2,Color3 o'zgeriwshiler ta'riyplenbekte.

Bul o'zgeriwshilerdi tuwrıdan- tuwrı to'mendegishe ham ta'riyplew mu'mkin.

Var Color1,Color2,Color3: (Red,Blue,Black);

Standart tu'rlerdi Type bo'liminde ta'riyplew sha'rt emes, olardi tuwrıdan-tuwrı Var bo'liminde ta'riyplew mu'mkin.

Delphi de standart tu'rlerdi to'mendegishe klassifikatsiya qılıw mu'mkin.

❖ A'piwayı

➤ Ta'rtpili

- Pu'tin
- Belgi
- Logikalıq
- Sanaqlı (Perechislyaemy)
- Shegaralang'an

➤ Haqıyqıy

❖ Qatar

❖ Struktura

- Toplam
- Massiv
- Jazıw
- Fayl
- Klass
- Interfeys

❖ Ko'rsetkishli

❖ Protseduralı

❖ Variant

A'piwayı tu'rlerge ta'rtplesken ha'm haqıyqıy tu'rler kiredi. Ta'rtplesken tu'rler usı menen xarakterlenedi onın' ha'r bir ma'nisi o'zinin' ta'rtplesken xarakterine iye. Haqıyqıy tu'r ma'nisleri bo'lshek bo'liminen ibarat bolg'an sanlardan ibarat.

Ta'rtplesken tu'rlerge pu'tin, belgili, logikalıq, sanaqlı ha'm shegaralang'an tu'rler kiredi.

2.1. Mag'lıwmatlardı kiritiw ha'm shıg'arıw operatorları

Bazı bir ma'seleni sheshiwidin' sıızqlı bolg'an algoritmine programma du'ziwde algoritmdedi keltirilgen izbe- izlikler tiykarında operatorlar jazıladı. Bunday programmalar dı du'ziwde tiykarınan o'zgeriwshiler ma'nisin kiritiw, na'tiyjelerdi shıg'arıw ha'm sonın' menen birge o'zlestiriw operatorları isletiledi.

Programmada g'ı o'zgeriwshiler ma'nislerin programma ishinde o'zlestiriw operatorı ja'rdeminde de beriw mu'mkin. Lekin programmada o'zgeriwshi ma'nisin sırttan kiritiw qolaylılıq tuwdıradı ha'm ulıwmalıqtı ta'miynleydi.

Read operatorı o'zgeriwshiler ma'nislerin ekrannan kompyuter yadına kiritiw ushın isletiledi. Ol to'mendegi ko'rinishlerge iye.

```
Read(c1,c2,...,cn);
```

```
Readln(c1,c2,...,cn);
```

```
Readln;
```

bul jerde c1,c2,...,cn – o'zgeriwshiler atı; ln – qosımshası ma'nisti kiritip keyingi qatarg'a o'tiwdi bildiredi.

Mısallar: Read(Sm1,Sm2);

```
Readln(x1,x2,x3);
```

```
Readln;
```

Bul jerde birinshi operator Sm1 ha'm Sm2 o'zgeriwshiler ma'nisin ekrannan kiritedi. Ekinshi operator bolsa x1,x2,x3 o'zgeriwshiler ma'nisin ekrannan kiritedi ha'm kiritiwdi keyingi qatarg'a o'tkeredi. Aqırg'ı operator bolsa kiritiwdi ku'tedi ha'm qatar o'tkeredi.

Write operatorı a'piwayı mag'lıwmatlardı ha'm o'zgeriwshiler ma'nislerin kompyuter ekranına shıg'arıw ushın isletiledi. Ol to'mendegi ko'rinishlerge iye.

```
Write(c1,c2,...,cn);
```

```
Writeln(c1,c2,...,cn);
```

```
Writeln;
```

bul jerde c1,c2,...,cn – a'piwayı tekstler yaki o'zgeriwshiler atı; ln – qosımtası shıg'arıwdı keyingi qatarg'a o'tiwin bildiredi.

Mısallar: Write(Summa);

Write('Na'tiyje joq');

Write('Ten'leme sheshimi x1=', x1, 'x2=', x2);

A'piwayı mag'lıwmatlardı shıg'arıwda olar tekst dep qaraladı ha'm ol qostırnaq ishinde jazıladı. SHıg'arıw operatorı ja'rdeminde o'zgeriwshiler ma'nisin format ko'rinishinde de beriw mu'mkin:

Write(c:m:n);

bul jerde s-o'zgeriwshi; m-usı o'zgeriwshi ma'nisi uzınlıg'ı; n-ma'nisinin' bo'lshek bo'limi ha'm onda $n-1 < m$ bolıwı kerek.

Mısal. Write(x:8:4);

Eger $x=155.01021$ bolsa, to'mendegi jazıw shıg'adı 115.0102.

Write('Tovar sanı:', kol:5);

Eger kol=15 bolsa, to'mendegi jazıw ekrang'a shıg'adı,

Tovar sanı: 15

Programma tekstin tu'sindiriw maqsetinde ko'binese programmada ta'riypler keltiriledi. Programmada ta'riypler qa'legen jerde beriliwi mu'mkin. Ta'riyp u'lken qawsırma ishinde jazıladı.

Ma'selen: { Bul tekst programmag'a ta'riyp beredi }

{ Bul jerde sheshim anıqlanbaqta }

Programmada ma'lim esaplawlardın' na'tiyjelerin bazı bir o'zgeriwshide saqlaw ushın o'zlestiriw (jiberiw) operatorı isletilip, ol «:=» belgisi ja'rdeminde ma'nis jiberiliwi kerek bolg'an o'zgeriwshiden keyin qoyıladı.

Ma'selen: $i:=0$; i- ma'nisi nolge ten'lesedi, yag'nıy i o'zgeriwshige nol jiberiledi dep tu'siniledi. Bunda mashina i o'zgeriwshi ushın ajratılǵ'an yadına nol jazıp saqlaydı.

Mısal: $B:=5$; $C:=4$; $A:=(B+C)/2$;

Bul jerde, eger A pu'tin identifikator bolsa, onın' ma'nisi 4 ke, yamasa 4.5 ma'niske iye boladı.

Sızıqlı strukturalı algoritmlerdi programma formasında jazıw ushın aldın isletiletug'ın o'zgeriwshiler dizimi keltirilip, keyin algoritmdedi orınlawlar izbe- iz ra'wishte a'melge asırılıwı kerek.

Mısal: Tekisliktegi eki noqat arasındag'ı aralıqtı tabıw programması.

Program XY;

Var

x1,y1,x2,y2,d: Real;

Begin

Write('Noqat koordinataların kiritin:');)

Read(x1,y1,x2,y2);

d:=Sqrt(Sqr(x1-x2)+Sqr(y1-y2));

Writeln;

Writeln('Noqat koordinataları:',x1,y1,x2,y2);

Writeln('Aralıq=',d);

Readln;

End.

2.2.Delphide konsol qosımshasın jaratıw Delphide konsol qosımshaların ha'r tu'rli usıllarda jaratıw mu'mkin. Olardan en' an'sat usılı to'mendegishe:

1.Delphi ortalıg'ı iske tu'siriledi.

Pusk=>Programmi=>Borland Delphi

2.Bas menyudan File punktın ashıp ol jerden New, keyin bolsa Other buyırıqları beriledi. **File=> New=> Other**

3.Forma ha'm proektlerdi saqlaw ushın ashılğ'an arnawlı aynadan (bul aynag'a Delphi arxiv aynası delinedi) "Console Application" piktogramması

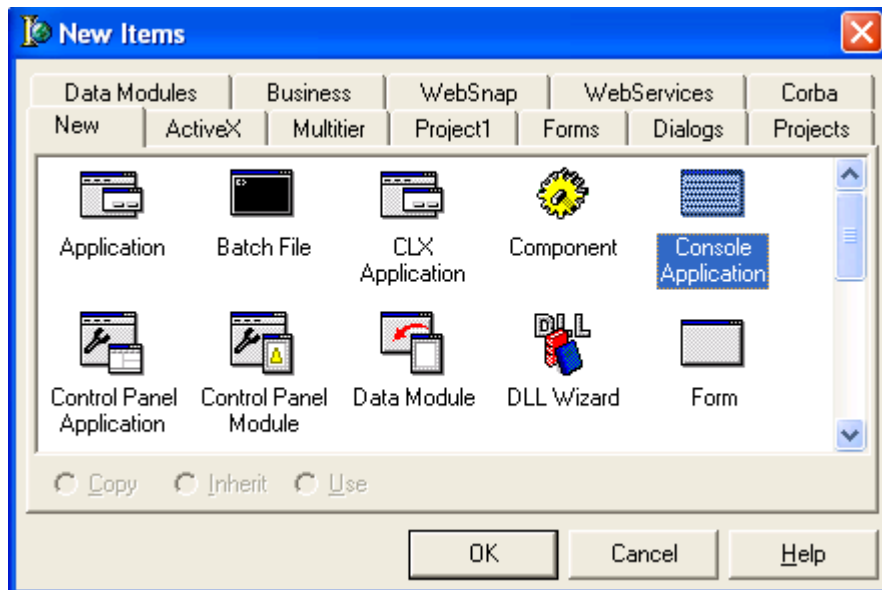
tan'lanadı

ha'm

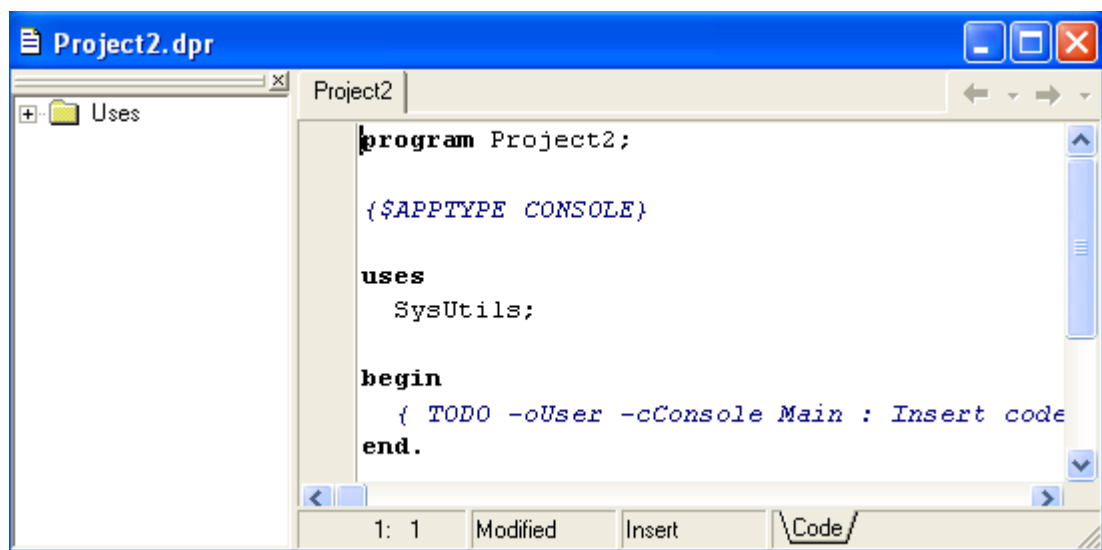
Ok

tu'yemesi

basıladı.



4.Na'tiyjede ekranda proekt aynası ashıladı (.dpr ken'eytpeli at menen).



Begin – end ishine alıng'an

{ TODO -oUser -cConsole Main : Insert code here }

Ta'riyp ornına proekt faylının' programma teksti kiritiledi.

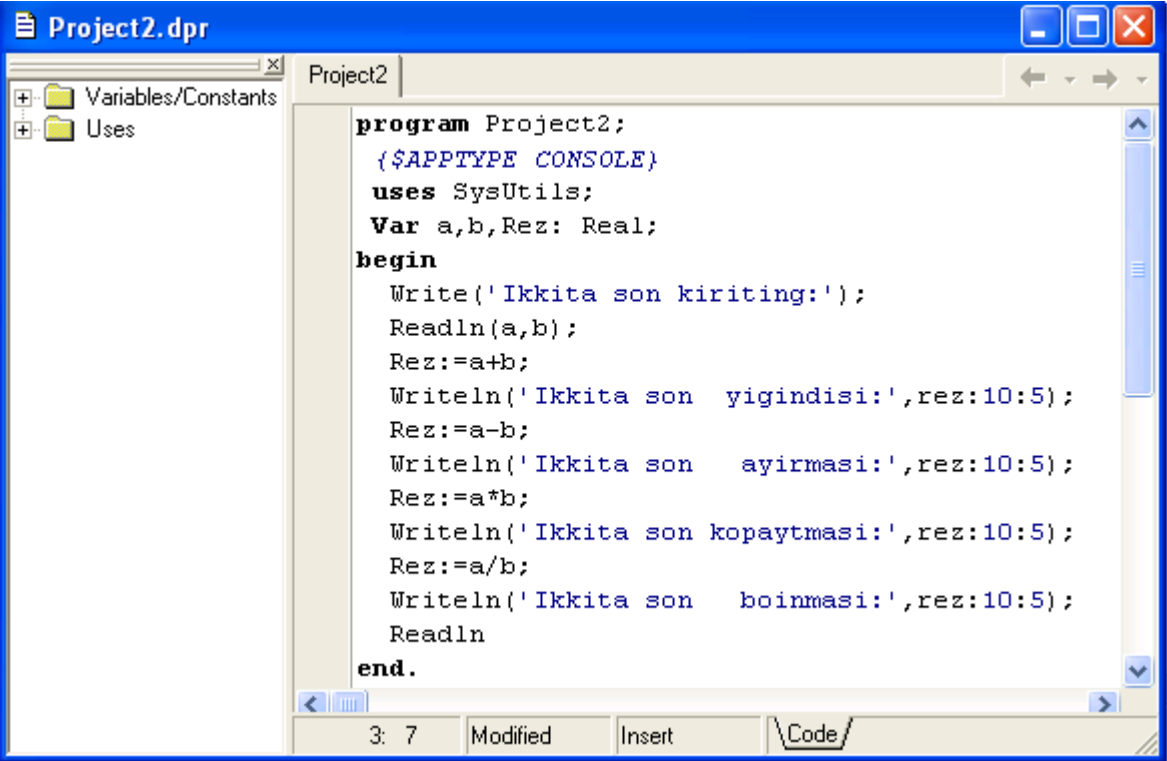
Du'zilgen programmanı iske tu'siriwden aldın onı saqlash kerek boladı. Onı saqlaw file=>Save All buyırğ'ın beriw lazım. Ha'r bir proekt ayrıqsha jan'a papkag'a saqlanıwı usınıs beredi. Proekt faylın saqlawda ayrıqsha ko'rsetilmegen jag'dayında ProjectN.dpr atlı fayl atın usınıs qıladı. Bul jerde N ha'r bir izbe iz atalatug'ın proekt nomeri (san, ma'selen 1,2,3,..). Lekin biz proekt faylın qa'legen

at penen saqlawımız mu'mkin. Ma'selen MyProgram.dpr. Bul at avtomatik ra'wishte shıg'adı.

Proektti saqlap bolg'annan son', onı orınlawg'a beremiz. Sonın' ushın bas menyuden to'mendegi buyırıqtı beriw lazım: Run=>Run yaki F9 funktsional tu'ymesin basıw kerek boladı. Programma normal iske tu'skennen son' ekranda DOSTın' standart programma aynası payda boladı.

Mısal. Eki sannın' jıyındısı, ayırması, ko'beymesi ha'm bo'linbesin esaplaw programmasın jaratın'.

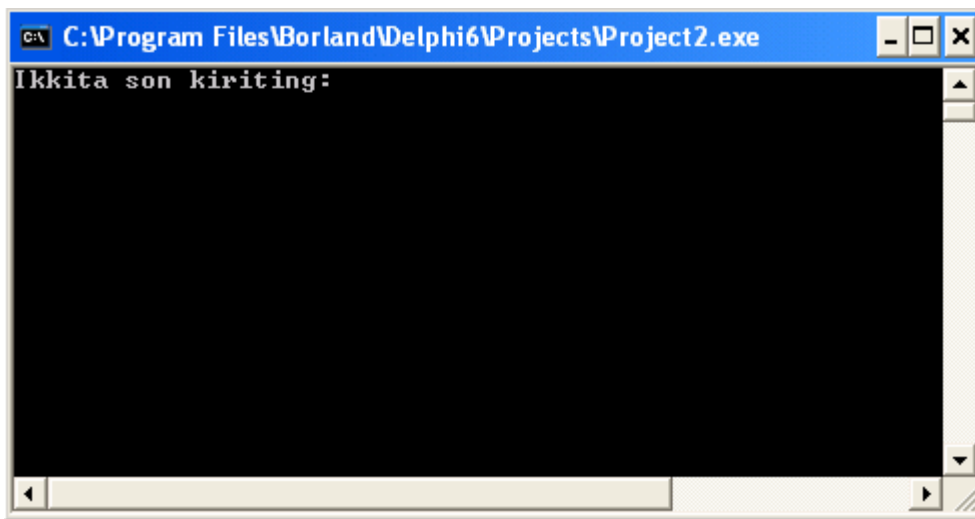
Bul mısaldı sheshiw ushın joqarıda keltirilgen to'rt izbe izlikti orınlaymız ha'm programma kodın kiritemiz.

The image shows a screenshot of a Pascal IDE window titled "Project2.dpr". On the left, there is a project explorer with folders "Variables/Constants" and "Uses". The main editor area displays the following Pascal code:

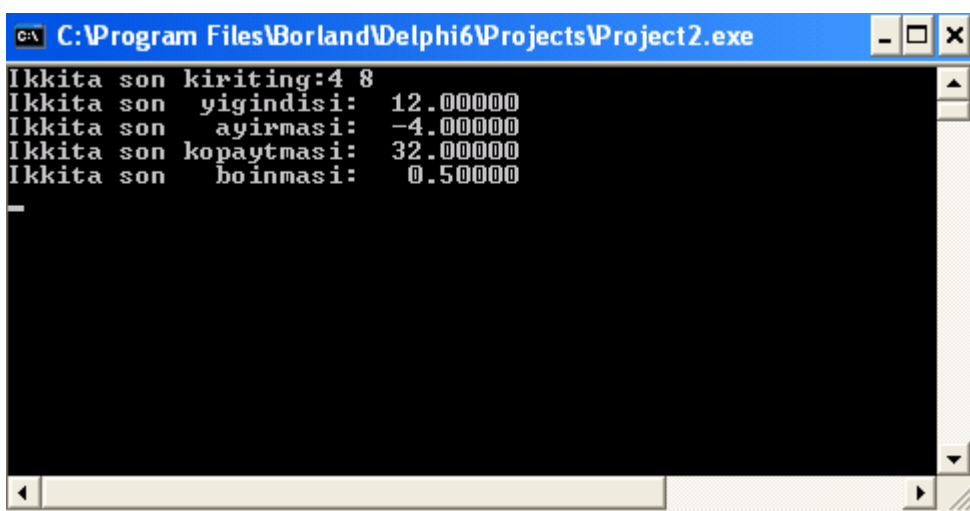
```
program Project2;  
{$APPTYPE CONSOLE}  
uses SysUtils;  
Var a,b,Rez: Real;  
begin  
  Write('İkkita son kiriting:');  
  Readln(a,b);  
  Rez:=a+b;  
  Writeln('İkkita son yigindisi:',rez:10:5);  
  Rez:=a-b;  
  Writeln('İkkita son ayirmasi:',rez:10:5);  
  Rez:=a*b;  
  Writeln('İkkita son kopaytmasi:',rez:10:5);  
  Rez:=a/b;  
  Writeln('İkkita son boinmasi:',rez:10:5);  
  Readln  
end.
```

At the bottom of the editor, there is a status bar showing "3: 7", "Modified", "Insert", and a "Code" button.

Programma kodi kiritilgennen son' onı saqlap keyin iske tu'siremiz. Na'tijede ekranda Dos aynası ashılıp onda "Eki san kiritin':" so'zi shıg'adı. Keyin eki san kiritip Enter tu'ymesin basıw kerek boladı.



Na'tiyjede to'mendegi juwaplar shıg'adı.



5.Keyin Obekt inspektori (Object Inspector) ha'm terekler (Object TreeView) aynaları jabıladı.3

6.Bas menyudan Project=>View Sourse buyrıg'ı beriledi.

Endi Delphida konsol qosımshaların jaratıwdın' ekinshi usılın ko'rip shıg'amız:

1.Delphi ortalıg'ı iske tu'siriledi.

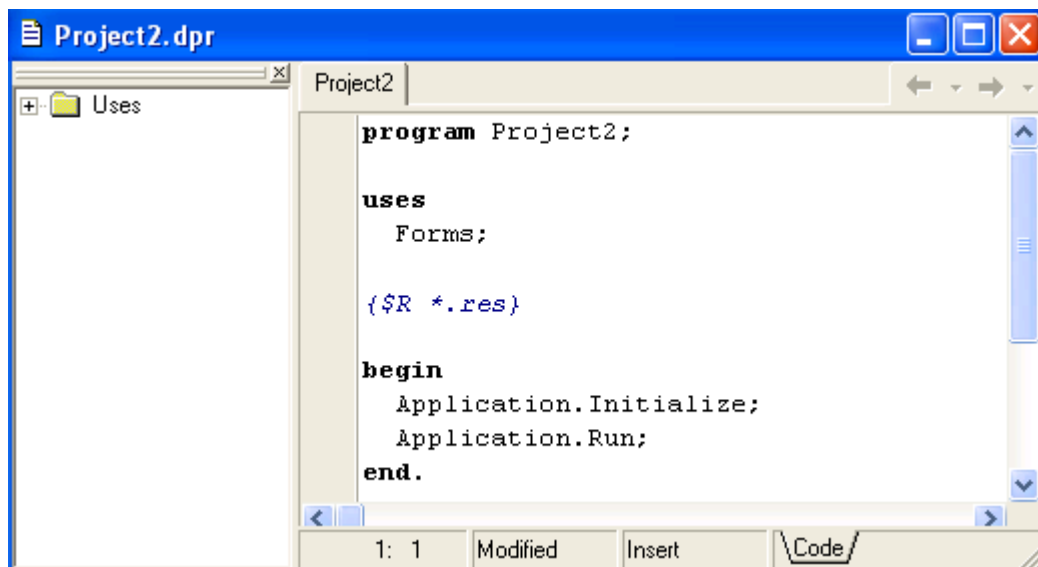
Pusk=>Programmi=>Borland Delphi

2.Bas menyudan File punktın ashıp ol jerden New, keyin bolsa Application buyrıqları beriledi. **File=> New=> Application**

3.Forma aynası jabıladı.

4. Programma kodın jazıw (modul) aynası jabıladı. Jabıw waqtında “Save changes to Unit1.pas?” (“Unit1.pas tag’ı o’zgerisler saqlansınba?”) soraw aynası shıg’adı. Ol jerden “NO” (YAq) buyrug’ı beriledi.

Na’tiyjede to’mendegi Project1.drp proekt faylı aynası ekranga shıg’adı.



7. Proekt faylı eger lazım bolsa basqa at menen saqlanadı.

Bul aynadan Program, Uses, Begin ha’m End gılt so’zleri qaldırılıp basqaları o’shiriledi ha’m keyin programma tekst kodları kiritiledi.

Eger proekt faylı jazılğ’an papka ishi qaralsa onda to’mendegi fayllar dizimin ko’remiz.

- MyProgram.dpr -proekt faylı (bas proekt modulu);
- MyProgram.exe -qosımsha faylı yaki orınlanıwshı fayl. Bul fayl kompilyator ja’rdeminde, yag’nıy kompilyatsiya protsessinde, eger programmada sintaktik qa’telikler bolmasa du’ziledi. Basqasha so’z benen aytqanda, eger sizge o’z programman’ızdı iske tu’siriw mu’mkin bolsa, ma’selen F9 tu’ymesin basıw menen orınlanıwshı fayl avtomatik ra’wishte du’ziledi. Orınlanıwshı fayl avtonom fayl bolıp onın’ ushın basqa fayl yaki bazı bir programmalıq sistema bar bolıwı sha’rt emes. Onı siz iske tu’siriwin’iz mu’mkin basqa programmalar kibi, ma’selen Paint, Bloknot yaki oyın programmaların iske tu’sirgende;
- MyProgram.cfg -proekt konfiguratsiyası faylı;

- MyProgram.dof -proekt opsiya faylı. Onda programmanın' tuwrı islengenligi haqqında informatsiyalar saqlanadı,

Proekt opsiya ha'm konfiguratsiyası faylları proekt faylının' du'zilisi menen bir waqıtta Delphi ta'repinen avtomatik ra'wishte du'ziledi. Ko'p hallarda joqarıda keltirilgen fayllardan tısqarı ja'ne .dpr ken'eytpeli fayl ham du'ziledi. Bul fayl proekt faylının' (rezerv faylı) nusxası bolıp esaplanadı. Ma'selen, MyProgram.-dpr. Bul fayl proekt faylı du'zilisi da'wirinde bir waqıttın' o'zinde du'zip barıladı. Eger tiykarg'ı proekt faylında buzılıw yaki o'shiriliw bolıp o'tetug'ın bolsa, bunday jag'dayda onı MyProgram.-dpr faylınan tiklew mu'mkin. Sonın' ushın ken'eytpe aldındag'ı “-” belgini alıp taslaw jetkilikli.

§ 6. Sanlı mısıl

(4.11)-(4.13) ma'seleni analizlewdi dawam ettiremiz. t parametrdin' bazı bir $t_0 \in [\alpha; \beta]$ g'a ten'lep, simpleks usılın qollaymız.

Na'tiyjede $t = t_0$ da optimal sheshim tabıladı yaki ma'selenin' sheshimge iye emesligi anıqlanadı. Birinshi jag'dayda aqırg'ı simpleks keste $(m+1)$ – qatar elementleri, yag'nıy $\Delta_j(t_0) = \Delta_j' + t_0 \Delta_j''$ lardan paydalanıp to'mendegige iye bolamız:

$$t_1 = \begin{cases} \min \left(\frac{-\Delta_j'}{\Delta_j''} \right) & \text{eger } \Delta_j'' > 0 \text{ bar bolsa,} \\ -\infty, \Delta_j'' \leq 0 \end{cases}$$

$$t_2 = \begin{cases} \min \left(\frac{-\Delta_j'}{\Delta_j''} \right) & \text{eger } \Delta_j'' < 0 \text{ bar bolsa} \\ \infty, \text{ azap } \text{bar} \Delta_j'' \geq 0 \end{cases}$$

Barlıq $t_1 \leq t \leq t_2$ ler ushın (4.1)-(4.3) ma'sele $t = t_0$ dag'ı menen birdey optimal sheshimge iye. (4.1)-(4.3) ma'sele sheshimge iye bolmasa, $(m+1)$ – qatarda

$$\Delta_k = \Delta_k' + t_0 \Delta_k'' < 0, \quad \text{bul jerde } x_{ik} \leq 0 \quad (i = \overline{1, m}) \text{ bunday jag'dayda}$$

1) eger $\Delta_k'' = 0$ bolsa, bunday jag'dayda (4.6)-(4.9) ma'sele barlıq t lar ushın sheshimge iye bolmaydı;

2) eger $\Delta_k'' < 0$ bolsa, bunday jag'dayda (4.6)-(4.9) ma'sele barlıq $t < t_1 = -\frac{\Delta_k'}{\Delta_k''}$ lar ushın sheshimge iye bolmaydı;

3) eger $\Delta_k'' > 0$ bolsa, bunday jag'dayda (4.6)-(4.9) ma'sele barlıq $t > t_1 = -\frac{\Delta_k'}{\Delta_k''}$ lar ushın sheshimge iye bolmaydı.

(4.11)-(4.13) ma'sele bir ha'm tek g'ana bir optimal sheshimge iye bolatug'in t nın' ma'nisleri aralıg'in tabamız.

Keyingi aralıqlarg'a tiyisli t nın' ma'nisin alıp ja'ne simpleks usılı menen optimal sheshimdi tabamız ha'm t parametrdin' usı optimal sheshimge iye bolatug'in aralıg'in tabamız.

Usı ta'rizde shekli sandag'ı iteratsiyalardan son' t parametr o'zgeriw aralıqlarına saykes optimal sheshimdi tabamız ha'm ma'sele sheshimge iye bolmaytug'in aralıqlar anıqlanadı.

(4.11)-(4.13) ma'selenin' sheshiw algoritmi to'mendegi basqışlardan ibarat:

1) t parametrdi bazı bir $t_0 \in [\alpha; \beta]$ g'a ten'lep, X^* optimal sheshim tabıladı yaki ma'selenin' sheshimge iye emesligi anıqlanadı.

2) Tabılg'an optimal sheshim saqlanatug'in t parametrdin' ma'nisler toplamı anıqlanadı.

3) $[\alpha; \beta]$ aralıqtın' basqa bo'liminen alıng'an bazı bir t parametr ma'nisi ushın simpleks usılı menen sheshim tabıladı.

4) Jan'a optimal sheshim saqlanatug'in t parametrdin' ma'nisler toplamı jatqan aralıq tabıladı ha'm bul protsess t parametrdin' barlıq ma'nislerin tekserip ko'rgenge shekem dawam ettiriledi.

Joqarıda ko'rilgen ma'seleni simpleks usılında sheship ko'reyik

$$Z = (2 + t)x_1 + (13 - t)x_2$$

$$\begin{cases} 4x_1 + x_2 \leq 16 \\ 2x_1 + 2x_2 \leq 22 \\ 6x_1 + 3x_2 \leq 36 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Bunın' ushın (4.11)-(4.13) ma'seleni kanonikalıq ko'riniste jazıp alamız, yag'nıy (4.12) sheklewler sistemasın ten'lemelerge aylandırıp alamız, bunda sistemada x_3, x_4, x_5 bazis o'zgeriwshiler qatnasadı.

$$4x_1 + x_2 + x_3 = 16$$

$$2x_1 + 2x_2 + x_4 = 22$$

$$6x_1 + 3x_2 + x_5 = 36$$

$$Z = (2+t)x_1 + (13-t)x_2$$

maqset funksiyasında $t=0$ dep alıp, simpleks usulında ma'seleni sheshemiz, keyin $X_0^*(0;11;5;0;3)$ optimal reje saqlanatuğ'ın aralıqtı tabamız. Bunun' ushın kestenin' 4-qatar elementlerin on' dep alıw kerek, yag'nıy

$$\begin{cases} 11-2t \geq 0 \\ \frac{13}{2} - \frac{t}{2} \geq 0 \end{cases}$$

bunda $t \leq 5,5$ demek, $0 \leq t \leq 5,5$ te optimal reje $X_0^*(0;11;5;0;3)$ bunda $F_{\max} = 143 - 11t$

2-keste

№	B	C_{θ}	A_0	$2+t$	$13-t$	0	0	0
				A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
1	A_3	0	16	4	1	1	0	0
2	A_4	0	22	2	2	0	1	0
3	A_5	0	36	6	3	0	0	1
4			0	$-2-t$	$-13+t$	0	0	0
1	A_3	0	5	3	0	1	$-1/2$	0
2	A_2	$13-t$	11	1	1	0	$1/2$	0
3	A_5	0	3	3	0	0	$-3/2$	1
4			$143-1t$	$11-t$	0	0	$(13-t)/2$	0

Endi t ge 5,5ten u'lken ma'nis beremiz. Sonda kestedegi aqırğ'ı 4-qatardın' A_1 bag'anası elementi teris bolıp qaladı. YAg'nıy bazis reje tabamız. Bul vektor bazistegi A_5 vektor ornına bazisne kiredi.

3-keste

	B	C_6	A_0	$2+t$	$13-t$	0	0	0
				A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
1	A_3	0	2	0	0	1	1	-1
2	A_2	$13-t$	10	0	1	0	1	-1/3
3	A_1	$2+t$	1	1	0	0	-1/2	1/3
4			$132-9t$				$12-1,5t$	$(11+2t)/.3$

Tabilg'an jan'a reje $X^*(1;10;2;0;0)$ to'mendegi aralıqta optimal boladı.

$$\begin{cases} 12 - 1,5t \geq 0 \\ -\frac{11}{3} + \frac{2t}{3} \geq 0 \end{cases}$$

bunda $5,5 \leq t \leq 8$ ha'm $F = 132 - 9t$ $t > 8$ de ma'selenin' sheshimin tekseremiz, 4-qatardag'ı A_4 bag'ana elementi teris boladı. Bul kestedegi bazis reje optimal bolmay qaldı. Jan'a bazis rejeye o'temiz. Bunın' ushın A_4 vektor A_3 vektor ornına o'tedi.

4-keste

	B	C_6	A_0	$2+t$	$13-t$	0	0	0
				A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
1	A_4	0	2	0	0	1	1	-1
2	A_2	$13-t$	8	0	1	-1	0	2/3
3	A_1	$2+t$	2	1	0	1/2	0	-1/6
4			$108-6t$	0	0	$-12+1,5t$	0	$(50-5t)/6$

Aling'an bazis sheshim optimal boladı,

$$\begin{cases} -12 + 1,5t \geq 0 \\ \frac{50}{6} - \frac{5t}{6} \geq 0 \end{cases}$$

Sistemanı qanaatlandıırıwshı barlıq t lar ushın bunda $8 \leq t \leq 10$

$F_{\max} = 108 - 6t$ demek, (1)-(3) ma'selenin' sheshimi:

$0 \leq t \leq 5,5$ te optimal reje $X_0^* = (0;11;5;0;3)$), bunda $F = 143 - 11t$

$5,5 \leq t \leq 8$ de optimal reje $X_1^* = (1;10;2;0;0)$; $F_{\max} = 132 - 9t$

$8 \leq t \leq 10$ da, optimal reje $X_2^* = (2;8;0;2;0)$; $F_{\max} = 108 - 6t$

SHeklewler sistemasındag'ı saltan ag'zalar t parametрге baylanıslı bolg'an ha'm basqa ma'seleler de usı usılda anıqlanadı.

Juwmaqlaw

Ekanomikalıq- matematikalıq maselerdin' ma'nislerin tabiwdin' a'meliy ma'seleleri matematikanin' tiykargi maselelerinen bolib, olardi ha'r bir paydalaniwshi biliswi kerak.

Pitiriw qa'nigelik jumistin' 4 paragrafida jumisqs baylanisi parametrli shiziqli dasturlew masalalardi sheshisw usullarinin' ha'r turlerine qaratilgan sheshish usullarini keltirib o'tilgan. Bugar qosimsha tu'rde parametrli shiziqli dasturlew maselerdi sheshiw algoritimleri keltirilgen df sheshish ushin sanli maseler korsetilgen.

Jumistin' tiykargi natiyjelerin to'mendegishe ko'rsetip o'tsek boladi:

1. Parametrli siziqli da'sturlew masalerdi sheshishga ha'm olardin matematik modellarine qaratilgan metodik adebietlar u'yrenilgen;
2. Parametrli siziqli da'sturlew maselelerdin matematik modelleri ha'm algoritmlerin menen tanisiw;
3. Parametrli siziqli da'sturlew maselelerdi sheshiwge qaratilgan bir qansha uslular menen tanisiw;
4. Parametrli siziqli da'sturlew maselelerdi sheshiw ushin da'stu'riy vositalarni ishlap shigiwga qaratilgan da'stu'riy texnologiyalari u'yrenilgen.
5. A'meliy maselelerdi sheshiwge natiyjeleri Delphi tilida programma duzilip EEM dan alingan.

Pitiriw qa'nigelik jumistin' teoriyalıq ha'm ameliy natiyjelerdi uslubiy qollanba sipatindapaydalaniw mumkin. Bunday ameliy maselelerdi ha'm olardi sheshish usullarin u'yreniw oquwshilarda teoriyalıq bilimlerde amelyata qollaniw ko;nlikpelerin asiradi etish ha'm olardin oylaw qabiletin kusheytedi.

Paydalangan a'debiyatlar

1. А.В.Пантелеев, Т.А.Летов. Методы оптимизации в примерах и Задачах. Москва Высшая школа-2005
2. Сафайева К. Математик астураш (укув кулланма). –Т. “УАЖБНТ” Маркази , 2004.
3. Сафайева К, Бекназаров Н. Операцияларни текширишнинг Математик усуллари (укув кулланма). –Т. “Укитувчи” 1990.
4. Бадалов Ф.Б. Оптималлаш назарияси ва математик дастурлаш, Ташкент «Ўкитувчи», 1989.
5. И.Н.Акулич. Математическое программирование в примерах и задачах. «Высшая школа», М. 1986
6. А.В. Пантелеев, Т.А.Летова Методы оптимизации в примерах и задачах. «Высшая школа», М. 2005
- 7.Н.У.Утеулиев, Ш.А. Бурханов, Б.Р Халмуратов. Турбо Паскаль тилинде программаластыруу тийкарлары. «Алоқочи» Ноқис-2007.
- 8.Фаронов В.В. Дельфи 5. Учебный курс. М. Нолидж 2000г.
9. Д. Грин, Д. Кнут Математические методы анализа алгоритмов. «Мир» М.1987.
- 10.Шупрута В.Delphi 2006 на примерах. Санкт-Петербург.БХВ-Петербург, 2007 г.
11. Численные методы, методы математического программирования и методы оптимизации. w.w.w. menhu

Qosimsha

```
unituntSimplex;
interface
usesuntGlobVars;
function Simplex(krit:string):boolean;
implementation

function Simplex(krit:string):boolean;
label
m985,m1320,m1380,m1400,m1460,m1470,m1580,m1740,m1750,m2000,m2
080,m4011,m4010;
Var
a,x      : array[0..20,0..20] of real;
  cc      : array[0..20] of real;
  z        : array[0..10] of shortint;
ind,i0,j0,n0,ll,
i,j,z0,j1 : integer;
g,l,c0,c,c1,p,alfa : single;
begin
  Simplex:=false;
  ifkrit='max' then z0:=1 else z0:=-1;
  for i:=1 to m do
    for j:=1 to n do
      a[i,j]:=at[i,j];//A
    for i:=1 to n do
      cc[i]:=ci[i];//C
    for i:=1 to m do
      b[i]:=0;//B
    for i:=1 to m do
      z[i]:=bz[i];//Z
    for i:=1 to m do
      begin
        a[i,0]:=bi[i];
      end;
    for j:=0 to n do
      begin
        a[0,j]:=cc[j];
        cc[j]:=0;
      end;
    c:=0;a[0,0]:=0;//z0:=-1;
```

```

for i:=0 to m do
begin
for j:=0 to n do
x[i,j]:=a[i,j];
for j:=n+1 to 10 do
x[i,j]:=0;//60
if z[i]<>1 then goto m985;
c:=c+1;
x[i,n+trunc(c)]:=-1;
m985:  end;
      n0:=n+trunc(c);
p:=0;
for i:=1 to m do
if x[i,0]>p then p:=x[i,0];
for i:=1 to m do
begin
if p<>0 then x[i,0]:=x[i,0]/p;
      if x[i,0]=0 then x[i,0]:=1.00000e-17;
end;
c:=n0;
for i:=1 to m do
begin
if z[i]<>-1 then goto m1320;
c:=c+1;
b[i]:=trunc(c);
for j:=0 to n0 do
      cc[j]:=cc[j]-x[i,j]*cc[b[i]];
m1320:  end;
g:=c; prlt:=false;c1:=c;
for i:=1 to m do
begin
if z[i]=-1 then goto m1380;
c:=c+1;
b[i]:=trunc(c);
m1380:  end;
m1400:  j1:=0;
for i:=1 to m do
begin
if b[i]<=trunc(c1) then goto m1470;
      j1:=i;
m1470:  end;
c:=0;

```

```

    j0:=0;
    if j1<>0 then goto m4011;
    if prlt then goto m4011;
    for j:=0 to n0 do
    x[0,j]:=cc[j];
    prlt:= true;
    m4011: for j:=1 to n0 do
    begin
    for i:=1 to m do
    begin
    if x[i,j0]<=0 then goto m1580;
        c0:=x[i,0]/x[i,j0];
    if c0>=c then goto m1580;
    c:=c0;
        i0:=i;
    m1580: end; // next i
    if i0=0 then begin Simplex:=false; {Wxc;} exit; end;
    c:=b[i0];
    b[i0]:=h[j0];
    h[j0]:=trunc(c);
    c:=x[i0,j0];
    for j:=0 to n0 do
    if x[i0,j]<>0 then x[i0,j]:=x[i0,j]/c;
    for j:=0 to n0 do
    begin
    if j=j0 then goto m1750;
    if x[i0,j]=0 then goto m1750;
    for i:=0 to m do
    for i:=0 to m do
    begin
    if h[j0]>g then x[i,j0]:=0; cc[j0]:=0;
    if x[i,j0]<>0 then x[i,j0]:=-x[i,j0]/c;
    end;
    if cc[j0]<>0 then cc[j0]:=-cc[j0]/c;
    x[i0,j0]:=1/c; //=1/c
    goto m1400;
    m2000: for j:=1 to n do
    h[j]:=0;
    for j:=1 to n do
    begin for i:=1 to m do
    begin
    if b[i]<>j then goto m2080;

```



```

        Simplex:=true;
x[i,0]:=x[i,0]*p;
xc[trunc(b[i])]:=x[i,0];
m2080:   end;
    {end }
end;
func:=0;
for j:=1 to n do
func:=func + ci[j]*xc[j]; end;
end.

```