

**ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASÍ JOQARÍ HÁM ORTA ARNAWLÍ
BILIMLENDIRIW MINISTRILIGI**

**ÁJINIYAZ ATÍNDAGÍ NÓKIS MÁMLEKETLIK PEDAGOGIKALÍQ
INSTITUTÍ**



“Informatika oqitiw metodikasi” kafedrası

MAGİSTRATURA BÓLİMİ

**5A110701 - “Ta`limde xabar texnologiyaları”
ta`lim bag`darı**

**Abdikarimov Nasibkamaldıń MAGISTR
akademik dárejesin aliw ushin jazılǵan dissertasiyası**

**TEMASI: Optimallastırıw máselelerin kompyuterli modellestiriw
texnologiyası**

Magistratura bólimi baslıǵı: docent M. Allambergenova

Kefadra baslig`i: docent M. Alaminov

Ilimiy basshi: docent M. Eshanov

NO`KIS-2019

MAZMUNI

KIRISIW	3
I BAP. Optimallasıtırıw máseleleriniń rawajlanıwı hám sızıqlı programmalastırıw máselelerin matematikalıq modellestiriw.	12
1.1 Optimallasıtırıw máseleleriniń rawajlanıwı, túrleri hám táriypleniwi...	12
1.2 Sızıqlı programmalastırıw máseleleriniń matematikalıq táriypleniwi hám modelleri.....	20
1.3 Sızıqlı programmalastırıw máselesiniń geometriyalıq súwretleniwi hám onı sheshiwdiń algebralıq usılı.....	28
II BAP. Simpleks usıldıń algoritmi hám kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha ilimiy-metodikalıq pikirler.	
2.1 Simpleks usıldıń esaplaw protseduraları hám olardı izertlew.....	33
2.2 Simpleks usıldıń algoritmi.....	43
2.3 Kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha ilimiy-metodikalıq pikirler.....	52
III BAP. Oqıwshılardıǵa optimallasıtırıw máseleleriniń matematikalıq hám kompyuterli modellestiriw texnologiyasin úyretiw metodikası.	
3.1 Оптималластырыў мәселелерин modellestiriwdi oqıwshılardıǵa úyretiw metodikası.....	68
3.2 Oqıwshılar ushin optimallasıtırıw máselelerin kompyuterli modellestiriw texnologiyası	76
Juwmaq.....	82
Paydalanǵan	ádbiyatlar.
.....	84
Qosımshalar.	
.....	86
MS EXCEL ortalıǵında optimallasıtırıw maselelerin sheshiw usılları.....	86
1.Sızıqlı programmalastırıw(SP) máselelerin sheshiw usılları.....	86
2.Sızıqlı programmalastırıwdıń transport máselesi.....	96
3.Sızıqlı bolmaǵan programmalastırıw máselelerin sheshiw usılları.	103

KIRISIW

Magistrlik dissertatsiya temasin tiykarlaw. “Tálim haqqında”ǵı nizam, “Kadrlar tayyarlawdıń milliy dástúri”, “Ózbekstan Respublikasında jaslarǵa tán mámleketlik siyassatıń tiykarlari haqqında”ǵı nizam, “Mektep tálimin rawajlandiriwdıń uliwma mámleketlik milliy dástúri”, bilimlendiriw sistemasındaǵı reformalar hám.tb. narmativlik hújjetler, talabalar hám oqiwshilar menen islesiw, barksamal áwladtı qalıplestiriw mámleket kóleminde nátiyjeli ámelge asirilip atir.

Ózbekstan Respublikasi birinshi Prezidenti I.A.Karimovtıń “Xalqimizdıń ruwxıy baylıqların, dúnya civilizaciyasınıń eń jaqsı jetiskenliklerin ózinde jámlegen jańa áwladtı qalıplestiriw búgingi kúnniń eń zárúrli wazıypası” [7;12] degen pikiri úlken áhmiyetke iye.

Informatika hám shet tilleri boyınsha oqiwshılardıń bilimlerdi sanalı túrde ózlestiriwi, dúnya haqqındaǵı pikirlerin rawajlandiriwda ámeliy hám ilimiy teoriyalıq tayyarlıqların arttiriwda áhmiyetli orin iyeleydi. Bunday tayyarlıqlar óndiriste hám hár qanday iskerlikte ózlestirgen bilim, kónlikpe hám tájriybelerin erkin qollanıw imkaniyatın beredi.

Bilimlendiriw jas áwladtı erkin turmisqa tayyarlawdıń tiykarǵı komponentlerinen biri bolıp esplanadı. Gárezsizlik jıllarında jámiyettiń jas áwlad tálim tárbiyasına qoyatuǵın talaplari, ilim-pán rawajlanıwi nátijesinde uliwma bilim beriwshi mekteplerdegi tálim mazmunında keskin oz’gerislerdi payda etedi. Ilimniń rawajlanıwi, jetiskenlikleri hám olardıń insanlar turmisındaǵı orni rawajlangan mámleketlerdiń bilimlendiriw mazmunı hám strukturasına tásir tiygizbey qalmaydı.

Házirgi waqıtta joqari mamanlıqqa iye qanıygelardi tayyarlawdıń tiykarǵı máselesi barlıq tarawlarda esaplaw texnikasin keńnen paydalaniwdi ámelge asiriw bolıp turıpti. Usıǵan baylanisli eń baslı maqset informatikani mekteplerde hám joqari oqıw orınlarında tereń úyretiw, talabalardi matematikalıq modellerdi hám máselelerdi shehsiw metodların tańlap aliwǵa hám bazi bir problemalardi kompyuterde sheshiwge kónliktiriw bolıp esaplanadı. Jaqsı texnologiyalardi tańlaw, únemlew, optimal sheshim qabıl etiw, sapalı ónimlerdi islep shıǵarıw, bilimli, jetik, maman qanıygelardi tayyarlaw búgingi kúnniń eń baslı máseleleriniń biri bolıp turıpti.

Joqarıda aytilganlarǵa tiykarlanıp **“Optimallastırıw máselelerin kompyuterli modellestiriw texnologiyası”** degen atamada ilimiy-metodikalıq bagdarda dissertatsiya jumısı orınlandı. Dissertatsiya jumısı ilimiy hám metodikalıq xarakterge iye bolıp, onıń nátiyjelerin ilim - izertlew jumısların orınlaganda, bilimlendiriw sistemasında mekteplerde, joqari hám orta arnawlı oqıw orınlarında da paydalaniwǵa boladı.

Temaniń aktualıǵı . Optimallastırıw máselelerin kompyuterli modellestiriw teması zamanagóy aktual temalardıń biri bolıp esaplanadı. Sebebi kompyuterli modellestiriw texnologiyası házirgi waqıtta ilim izertlew jumısların orınlawda, joqari oqıw orınlarında talabalardi ilimge baǵdarlawda hám xalıq xojalıǵınıń derlik barlıq tarawlarında iskerlikti asırıwda úlken jetiskenliklerge

erispekte. Kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha elede islenetuǵın jumıslar hám izertlenetuǵın obiektler júdá kóp.

Ásirese kompyuterli modellestiriw boyınsha optimallastırıw máselelerin sheshiw biznes hám ekenomikalıq obektlerdiń derlik barlıq tarawlarında eń qolaylı hám paydalı nátiyjelerdi kórsetedi.

Bularǵa qosımsha optimallastırıw máseleleriniń eń ápiwaylasqan formaları boyınsha kompyuterli modellestiriw texnologiyaların joqarı oqıw orınlarında talabalarǵa, orta arnawlı oqıw orınlarında hám ulıwma bilim beretuǵın mekteplerde oqıwshılarǵa úyretiw metodikasın islep shıǵıw bilimlendiriw sistemasında búgingi kúnniń talabı bolıp esaplanadı.

Izertlew obiekti hám predmeti. Kompyuterli modellestiriw (KM) real obiekt yamasa qubılıstı úyreniwdiń eń nátiyjeli hám izertlewdiń eń qolaylı usıllarınıń biri bolıp esaplanadı. Sonlıqtan házirgi waqıtta ilim hám texnikada, xalıq xojalıǵında hám taǵı da basqa tarawlarda kóplep ushırasatuǵın máseleler KM quralları járdeminde tabıslı sheshilmekte.

Real obiektiń modelleri hám modellestiriw usılları ilim hám texnikada hár qıylı idea hám gipotezalarǵı tekseriw, eksperiment nátiyjelerin qayta islew, eksperiment materialların toplaw hám paydalanıw usılları júdá kóp tarawlarda paydalanılıp atır. Biraq KM elementlerin mekteplerde oqıwshılarǵa, al texnologiyaların joqarı oqıw orınlarında talabalarǵa úyretiw eń baslı máselelerdiń biri bolıp qalmaqta.

Dissertatsiyalıq jumıstıń nátiyjelerin xalıq xojalıǵınıń hár qıylı tarawlarında izertlew jumısların alıp barıw ushın hám bilimlendiriw sistemasında joqarı hám orta arnawlı oqıw orınlarında kompyuterli modellestiriw pánin oqıtıwda paydalanıwǵa boladı. Sonlıqtan **izertlew obiekti** sıpatında xalıq xojalıǵında kompyuterli modellestiriw texnologiyasına baylanıslı bolǵan qálegen obiektiń alıwǵa boladı. Jumıs izertlew hám ilimiy-metodikalıq xarakterge iye. Sonlıqtan **izertlew predmeti** informatika sonıń ishinde kompyuterli modellestiriw bolıp esaplanadı.

Dissertaciya temasınıń maqseti:

1. Optimallastırıw máselelerin kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha ilim-izertlew jumısların alıp barıwǵa beyimlestirilgen ilimiy teoriyalıq dereklerden analiz etiw.

2. Kompyuterdi modellestiriw texnologiyası boyınsha joqarı oqıw orınlarınıń talabalarına paydalana alatuǵın ámeliy máselelerdi táriyplew, sheshiw hám analiz etiw.

3. Jumıstıń temasına sáykes hám orta arnawlı oqıw orınlarınıń oqıwshıları qızıǵatuǵın dárejede júdá ápiyawı hám ańsat sheshiletuǵın optimallastırıw máselelerin tańlap alıp, olar ushın kompyuterli modellestiriw texnologiyasını paydalanıw.

4. Optimallastırıw máseleleri operatsiyalardı izertlew iliminiń tiykarı bolǵanlıqtan bular boyınsha tariyxıy dereklerden táriyplew.

5. Kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha ilimiy ámeliy izertlewlerden analiz etiw.

Izertlew jumısının wazıypası dissertatsiya temasınıń maqsetine baylanıslı bolıp, tómendegilerden ibarat:

1. Optimallastırw máseleleri boyınsha qanday jumıslardı orınlaw kerek, qanday ilimiy tiykarlangan teoriyalıq izertlewler bar, olardı ámelde qalay paydalanamız, talabalarǵa hám oqıwshılarǵa qanday formada táriyplewımız kerek, usı sorawlarǵa juwap qaytarıw;

2. Ilimiy-ámeliy máselelerdi sheshiwge jaramlı bolǵan modellerdi dúziw;

3. Joqarı oqıw orınlarında talabalar ushın túsinikli bolǵan kompyuterli modellestiriw texnologiyasın dúziw;

4. Orta arnawlı oqıw orınlarınıń oqıwshıları ushın paydalanıwǵa bolatuǵın kompyuterli modellestiriw texnologiyasın MS EXCELde islep shıǵıw;

5. Dissertatsiya teması boyınsha orınlangan jumıslardı bilimlendiriw sistemasında qalay paydalanıwǵa bolatuǵınlıǵı haqqındaǵı pikirlerdi usınıs etiw.

Dissertatsiya teması boyınsha orınlangan jumıstıń ilimiy jańalıǵı:

- optimallastırw máselelerin kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha ilimiy metodikalıq hám ámeliy xarakterge iye bolǵan izertlew jumısları alıp barıladı;

- optimallastırw máseleleriniń hár qıylı túrlerine táriyp beriledi;

- sızıqlı programmalastırw máselelerinde ushırasatuǵın hár qıylı jaǵdaylar analiz etiledi;

- orta arnawlı oqıw orınlarınıń oqıwshıları ushın jeńil formada, kúndelikli turmısta ushırasatuǵın máseleler dúziledi hám olardıń optimallıq shártleri analiz etiledi;

- optimallastırw máselelerin sheshiwde hár qıylı kompyuterli modellestiriw texnologiyaların qollanıw metodikası táriyplenedi;

Dissertatsiya jumısında izertlewlerdiń tiykarǵı máseleleri:

- kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsh izertlew jumısların alıp barǵan ilimpazlardıń ilimiy jumıslarınan paydalanıp, ilimiy metodikalıq hám ámeliy xarakterge iye bolǵan izertlew jumısların orınlaw;

- sızıqlı pragram malstırw máselelerinde ushırasatuǵın ayrıqsha jaǵdaylardı (shegaralawshı shártlerdiń sáykes kelmewi, sheklenbegenligi, alternativ sheshimlerdiń payda bolıwı hám t.b. jaǵdaylardı) izertlew;

- orta arnawlı oqıw orınlarınıń oqıtıwshıları ushın optimallastırw máselelerin kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha metodikalıq kórsetpelerdi usınıw:

Dissertatsiya jumısın orınlaw barısında tema boyınsha kóp pikirler payda boladı. Sebebi dissertatsiya teması júdá kólemlı mazmunda tańlap alıńan. Máselen optimallastırw máseleleri júdá keń maǵananı ańlatadı. Bul boyınsha máseleler júdá kóp túrlerge bólinedi. Bıraq biz dissertatsiya jumısınıń nátiyjesin orta arnawlı oqıw orınlarında paydalanıw maqsetinde sızıqlı programmalastırw máselesine kóbirek dıqqat awdardıq hám bazı bir standart formaǵa kelmeytuǵın

sızıqlı hám sızıqlı bolmağan máselelerdi matematikalıq hám intuitiv sheshiw usılların qaradıq.(3-bap)

Ilim ha'm texnikanın' kúshli rawajlanıw sebebinen basqariw oblastında tazadan obetklerdi izertlew usılları payda boldı. Bu'l izertlewler u'lken ha'm quramalı sistemalar ushin alıp barıldı.

U'lken quramalı sistemalardıń klassı – tiykarınnan ondiris karxanalari, birlespeleri, tarawlar ekonomikasi, mamleketlik ekonomika ha'm basqa da makro sistemalar bolıp esaplanadı.

Ondiris kolemlerinin' u'lkeyiwi menen ondiriste miynetti bolıstiriw oni basqariw menen tig'iz baylanisli bolıp qaldı. Jobalastiriwda materiallıq miynet ha'm aqsha resursların optimal bolıstiriw ha'm miynet na'tiyjelerin a'analiz etiw arqalı keleshekti boljaw zarurlıgı payda boldı. Basqariw apparatında ekonomikalıq jobalastiriw, bugalteriya, finans ha'm satiw bolimleri payda boldı. Sonıń ushın biz azgana bolsa da tariyxıy dereklerge toqtap óteyik.

Usı dawrge shekem optimallastırıw máseleleri boyınsha jumislar miynetti bolıstiriw ha'm basqariw tarawında payda boldı. Optimallastırıw máseleleri boyınsha ilimiy bag'darlar XX-asrdin' 40-jıllarında esapqa alına basladı hám optimallastırıw teoriyası keńeytilip onıń atı operatsiyalardı izertlew dep atalıp ketti. Operatsiyalardı izertlew boyınsha daslepki maqalalar 1939-1940 jılları askeriy maselelerdi sheshiwge bag'darlandı, anıqrag'i askeriy operatsiyalardı izertlewge ha'm analiz etiwge bag'ıtlandı. Bu'l ilimniń atı da usig'an baylanisli payda boldı.

Bunnan keyin operatsiyalardı izertlewdiń negizi ha'm usılları ondiristi ha'm aqshani basqariw tarawında qollanıla baslandı. Ondiris koleminin' ken'eyiwi rawajlanıwi ha'm oni jetilistiriw formalarınin' ozgeriwi ekonomikalıq sistemada operatsiyalardı izertlew masshtabınin' ken'eyiwine alıp keldi. Bul ilim boyınsha kadrlar tayarlaw qolg'a alındı. Olardı operatsionistler dep atadı. Joqarı oqıw orınlarında ken' kolemdede oqılatug'in operatsiyalardı izertlew pani payda boldı. Usı maqsette 1957 jili operatsiyalardı izertlew boyınsha xalıq aralıq jamiyet payda boldı (IFORS). Bunin' quramina operatsiyalardı izertlew boyınsha kop ellerdin' milliy jamiyetshiligi ha'm komitetleri kirdi.

Bul jan'a ilimnin' rawajlanıwına koplep sirt ellerdin' ilimpazları: R.Akof, R.Bellman, G.Dansig, G.Kun, T.Saati, R.Churchmen (AQSH), A.Kofman, R.For (Fransiya). Burinshi sovet ilimpazları L.V.Kantorovich, B.V.Gnedenko, N.P.Buslenko, D.B.Yudin, N.P.Fedorenko ha'm t.b operatsiyalardı izertlew paninin' matematikalıq apparatın islep shig'iwda ulken ahmiyetke iye bolg'an izertlewler jurgizdi.

Operatsiyalardı izertlewdiń burnish rawajlanıwı dawrine nazer taslasaq ol tiykarınnan daslep ekonomistler tarepinen qolg'a aling'an. 1759-jili ekonomist Kuisni, 1874-jili ekonomist Valrosole tarepinen matematikalıq programmalastiriwdin' en' daslepki modelleri islendi.

Fon Neyman (1937 j), Kantorovich (1939 j) tarepinen quramalıraq maselelerdin' ekonomikalıq modelleri islendi. Jordano (1873 j) tarepinen sızıqlı programmalastiriw maselesinin' matematikalıq modeli duzildi. Markov (1856-1922 j) tarepinen dinamikalıq programmalastiriw maselesinin' matematikalıq modeli duzildi. Erlan (1878-1929 j) tarepinen xorlardı basqariw ha'm

massaliq taminlew teoriyasi boyinsha koplegen ilimiy jumislardi har qiyli jurnallardi baspadan shig'ardi.

Dunya juzlik uris waqtında izertlewler bir qansha paseydi, biraq keyin esaplaw mexanikasinin' rawajlanıwına baylanisli operatsiyalardi izertlewdir' jan'a usillari ha'm modelleri jaratılıp, qaytadan rawajlanıw kúsheydi.

Endi operatsiyani izertlew iliminin' bir qansha ozgesheliklerine toqtap otemiz.

1 Operatsiyalardi izertlewdir' xarakteristikaliq ozgesheligi qoyilg'an problemani analizlewge sistemali jandasadi. (oni sistemniy podxod dep ataydi). Sistemali usil yamasa sistemali analiz operatsiyalardi izertlewdir' tiykarg'i prinsipi (negizi) yag'niy metodologiyaliq negizi bolip esaplanadi.

2 Ha'r bir problemani sheshkende jane jan'a meselelr payda boladi. Bul operatsiyalardi izertlewge tan' ozgeshelik bolip esaplanadi.

3 Operatsiyani izertlewdir' jane bir ayirmashilg'i: qoyilg'an maselenin' optimal sheshimin tabiwg'a umtiliw bolip esaplanadi. Degen menen bazi bir meselelerde optimal sheshimdi tabiw mumkin bolmay qaladi. Bug'an tasir etiwshi faktorlar: resurslardin' sheklengenligi yamasa kerekli mag'liwmatlardin' azligi bolip esaplanadi. Maselen kalendarliq jobalastiriw masesinde stanoklar sani $n > 4$ bolg'anda optimal sheshim saylap aliw usili menen sheshiledi. Sonliqtan n u'lkeygen sayin variantlar sani kobeyip ketedi.

4 Operatsiyalardi izertlewdir' keyingi ayirmashilig'i – ol kop bag'darlar boyinsha kompleks turde sheshiledi. Bunday izertlewdi otkeriw ushin operatsiyaliq toparlar sholkemlestirildi. Olardin' quramina har qiyli tarawdan injenerler, matematikler, ekonomistler, psixologlar ha'm t.b. qaniygeler kiredi. Bulardin' maqseti ha'r biri oz tarawi boyinsha problemanin' sheshiliwine jardem beredi.

Operaciyalardi izertlewdir' etapları. Operaciyalardi izertlew usillari eki tareptin' qatnasıwında orınlanadı, sebebi matematik qaralıp atırǵan obyektke, al óndiriwshi qaniygeler matematikani toliq bilmewi mumkin.

Operaciyalıq izertlewler processinde qaniygeler toparı jardeminde orınlanatuǵın jumıslar tómendegi etaplardan turadı.

1. Qaralıp atırǵan mashqalanı identifikaciyalaw;
2. Modeldi qurıw;
3. Qurılǵan model jardeminde qoyılǵan mäseleni sheshiw;
4. Dúzilgen modeldin' adekvatlıǵın tekseriw;
5. Izertlew nátiyjelerin turmısqa engiziw.

Usı etaplardı orınlaw barısında anaw yamasa minaw procedurani tańlap alıw tikkeley sheshiletuǵın mashqalanın xarakterine baylanisli boladı. Sonın ushin izertlewshi toparın aǵzaları qabil etilgen qaǵıydalarǵa súyenip qoymastan óndiriwshilerdin' hám izertlewshilerdin' injenerlik intuiciyasına da kewil bóliwi kerek. Sonın ushin operaciyalardi izertlewdir' hár bir etabına toqtalıp ótemiz.

- 1) Mäselenin' formulirovkası yamasa izertlewdir' maqseti.
- 2) Mashqalalıq jaǵdaylarǵa baylanisli mumkin bolǵanınsha alternativ sheshimlerdi qabil etiw.
- 3) Qaralıp atırǵan sistemaniń ózine tán bolǵan talaplardı, shártlerdi hám sheklewlerdi anıqlaw.

Izertlewdiń ekinshi etabı model dúziwge baylanıslı. Bul etapta izertlewshiler toparı máseleniń qoyılıwındaǵı ózgeshelikerdi esapqa ala otırıp, izertlenip atırǵan sistemanı adekvatlı táriyplewge eń jaqın keletuǵın matematikalıq modeldi tańlap alıwı kerek. Bunday modeldi dúzgende maqset funksiya, shegaralawlar hám shártler ushın sanlı baylanıslar ornatıladı. Bunday jaǵdayda eger islenip shıǵılǵan model operaciyalardı izertlewdiń qandayda bir matematikalıq modeliniń klasına sáykes kelse, onda bunnan sheshim qabıl etiw ushın belgili bir matematikalıq usıllar qollanıladı. Eger islep shıǵılǵan model quramalı yamasa standart modellerge sáykes kelmese, analitikalıq sheshim qabıl etiw múmkin bolmasa, onda izertlew ushın imitaciyalıq model paydalanǵan qolaylı boladı. Bazı bir jaǵdaylarda matematikalıq, imitaciyalıq hám evristikalıq modellerdi birgelikte qollanǵan maqul boladı. Bul álbette izertlenip atırǵan sistemanıń quramalılıǵınan hám xarakterinen ǵarezli boladı.

Úshinshi etapta qurılǵan máseleni sheshiw ámelge asırıladı. Bul jaǵdayda burınnan qalıplesken matematikalıq usıllardı paydalansaq model optimal sheshimge alıp kelindi dep ayta alamız. Al eger imitaciyalıq yamasa evristikalıq modellerdi paydalansaq, onda optimal sheshim túsiniǵi júdá dál sheshimdi bermey, juwıq sheshim túsiniǵi menen almasırladı. Bul jaǵdayda optimal sheshim alıw barısında sistemadaǵı parametrlerdıń ózgeriwine baylanıslı qosımsha informaciya alınıp, alınatuǵın sheshimge ózgerisler engiziliwi múmkin. Izertlewdiń bul bólegi modeldiń sezgirliǵin analizlew (анализ модели на чувствительность) dep ataladı.

Tórtinshi etapta modeldiń adekvatlıǵı izertlenedi. Model adekvatlı dep ataladı, eger alınǵan sheshim bir qansha anıqsızlıqlarǵa qaramastan qaralıp atırǵan sistemanıń xarakterine sáykes kelse. Modeldiń adekvatlıǵın tekseriw ushın ádette alınǵan sheshim sistemanıń xarakteristikası menen salıstırıladı. Eger alınǵan sheshim sistemanıń xarakteristikasına sáykes kelse, onda qabıl etilgen model adekvatlı dep ataladı. Eger qaralıp atırǵan sistema burın izertlenbegen, yaǵnıy xarakteristikası belgisiz sistema bolsa, onda alınǵan sheshim imitaciyalıq modeldiń sheshimi menen salıstırıladı.

Eń keyingi besinshi etap alınǵan nátiyjelerdi turmısqa asırıw bolıp esaplanadı. Alınǵan nátiyjelerdi paydalanıw ushın kórsetpeler jazıladı. Ol kórsetpeler payalanıwshılardıǵa túsiniكلي bolıwı shárt.

Joqarıdaǵı ayılǵan pikirler boyınsha izertlew jumısların orınlaw maqsetinde dissertaciya jumısı jazıldı.

Dissertaciya jumısı úsh baptan kirisiw hám juwmaqlaw bóliminen ibarat bolıp, jumıstıń aqırında paydalanǵan ádebiyatlar dizimi hám qosımsha bóliminde orınlanǵan ámeliy jumıslardıń bayanı keltiriledi.

Birinshi bapta optimallasırıw máseleleriniń rawajlanıwı boyınsha maǵlıwmatlar, ataqlı ilimpazlardıń bul másele boyınsha pikirleri, optimallasırıw máseleleriniń túrleri hám olardıń táriypleniwi beriledi. Keyin sızıqlı programmalastırıw (SP) máseleleriniń matematikalıq táriypleniwi hám olardıń modelleri, SP máselesiniń geometriyalıq súwretleniwi hám onı sheshiwdiń algebralıq usılı bayan etiledi.

Ekinshi bapta SP máselelerin sheshiw ushın Simpleks usıldıń algoritmi hám kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha ilimiy-metodikalıq pikirler aytiladı. Bapń 1-3- paragraflarında Simpleks usıldıń esaplaw protseduraları hám olardı izertlew jumısları alıp barıladı. Bul usılda ushırasatuǵın ayrıqsha jaǵdaylar analiz etiledi hám bapń aqırında Simpleks usıldıń algoritmi bayan etiledi.

Úshinshi bap optimallastırıw máselelerin kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha oqıwshılardıń bilimin hám kónlikpelerin jetilistiriwge bagıshlanǵan. Bul bapta ОПТИМАЛЛАСТЫРЫЎ МӘСЕЛӘЛЕРИН MODELLESTIRIWDI OQIWSHILARǴA ÚYRETIW METODIKASY hám oqıwshılar ushın optimallastırıw máselelerin kompyuterli modellestiriw texnologiyası bayan etiledi.

Juwmaqlaw bóliminde dissertaciya jumısınıń teması boyınsha alınǵan nátiyjeler tiykarında juwmaq jasaladı.

Qosımshalar bóliminde MS EXCEL ortalıǵında optimallastırıw maselelerin sheshiw usılları, sonıń ishinde ádettegi sızıqlı programmalastırıw(SP) máselelerin, SP dıń transport máselesin hám sızıqlı bolmagan programmalastırıw máselelerin sheshiw usılları táriyplenedi.

1 BAP. Optimallasırıw máseleleriniń rawajlanıwı hám sıızılıq programmalastırıw máselelerin matematikalıq modellestiriw.

1.1 Optimallasırıw máseleleriniń rawajlanıwı, túrleri hám táriypleniwi.

Bul paragrafta optimallasırıw máseleleriniń rawajlanıwı, túrleri hám táriypleniwi haqqında maglıwmat beremiz. Dáslep, operaciyalardı izertlew iliminen burın optimallasırıw máseleleriniń teoriyalıq derekleri rawajlanıp basladı, sonlıqtan onı ilimpazlar optimallasırıw teoriiyası dep atadı hám onıń abroyın kóterdi. Ómirde (turmısta) barqulla múmkin bolǵan eń jaqsı(optimal) sheshimdi qabıllaw kerek bolǵan qubılıslar menen ushırasıp turamız. Bunday mashqalalardıń kóp túri ekonomikada hám texnikada kóbirek gezlesedi. Bul jaǵdayda kóbinese matematikaǵa múraját etiw paydalı boladı.

Matematikada máseleni maksimum yaki minimumǵa sheshiw burınnan-aq baslanǵan edi. Kóp waqıtqa shekem, ekstremum máselesin izertlewde heshqanday bir pikir qalıplesken joq. Biraq shama menen bunnan 300 jıl burın, Matematikalıq analizdiń qalıplesiw dáwirinde,- ekstremum máselesin izertlew hám sheshiwdiń ulıwma usıllarınıń dáslepkeri payda bola basladı. Sol waqıtları ayırım arnawlı optimallasırıw máseleleriniń birqanshaları tábiyattanıwda áhmiyetli rol oynaytuǵınlıǵı anıqlandı, atap aytqanda tabiyattıń kópshilik nızamları variatsiyalıq prinsipler dep atalatuǵın prinsip tiykarında sheshimge keliw múmkin ekenligin kórsetti, yaǵnıy usıǵan sáykes mexanikalıq sistemaniń haqiyqıy qozǵalıwı, jarıqlıq, elektr quwatı, suyıqlıq, gaz h.t.b lardı denelerdiń qozǵalıwınıń múmkin bolǵan jıyındılarınıń ishinen ajratıp alıwǵa bolatuǵının kórsetti, sebebi olar qandayda bir shamanı maksimumlastıradı yamasa minimallasıradı.

XVII ásirdeń aqırlarında birqansha tabiyiy ilimiy mazmundaǵı anıq ekstremal máseleler qoyıldı (braxistoxron, Nyuton máselesi h.t.b). Bul máselelerdi hám geometriya, mexanika, fizika da payda bolǵan usınday kóplegen mashqalalardı sheshiw matematikalıq analizdiń jańa bólegin(babın), variatsiyalıq esaplawlar dep atalǵan tarawın payda etiwge alıp keldi. Variatsiyalıq esaplawlardıń rawajlanıwı eki jüz jılda dawam etti. Onı rawajlandırıwǵa XVIII hám XIX ásirdeń kóplegen belgili ilimpazları qatnastı hám biziń ásirimizdiń baslarında olar bul temanı tolıq izertlep bolǵan sıyaqlı kórindi. Biraq bul bunday emes edi. Praktikalıq ómirdeń talap etiwı, sońǵı waqıtları ayırıqsha ekonomika hám texnika tarawında burınǵı usıllar menen sheshiw múmkin bolmaytuǵın taza máselelerdi keltirip shıǵardı. Sonlıqtan alǵa qaray ilgerilew kerek boldı. Matematikalıq analizdi birqansha rawajlandırıp anıq jańa tarawın, dónes funksiya hám oyıs ekstremal máselelerdi izertleytuǵın, oyıs analiz tarawın payda etiwge tuwra keldi. Ekinshi tárepten texnikanıń talap etiwı, atap aytqanda kosmoslıq izertlewler variatsiyalıq esaplawlar járdeminde sheshiw múmkin bolmaytuǵın máseleler seriyasınıń júzege keltirip shıǵardı. Bul máselelerdi sheshiw optimal basqarıw teoriiyası dep atalǵan jańa teoriyalardı payda etiwge alıp keldi. Optimal basqarıw teoriiyasındaǵı tiykarǵı metodlar 50-60-jıllarda sovet matematigi S.Pontryagin hám onıń shákirtleri tárepinen islep shıǵıldı. Bul ekstremal máselelerdi bunnan bılayda izertlew ushın kúshli izleniwler júzege keldi. Maksimum hám minimum

máseleleri matematika tariyxında ilimdi rawajlandırıwda júda áhmiyetli ról oynap keldi. Usı dáwir ishinde geometriyada, algebra, fizika h.t.b pánlerde bir qansha qızıqlı, áhmiyetli kóplegen máseleler payda boldı. Bunday payda bolğan máselelerdi sheshiwde ótken dáwirde kóplegen ullı ilimpazları qatnastı- Evklid, Arximed, Appoloniý Geron, Tartalye, Iogan, Bernulli, Nyuton h.t.b.

Hárqanday adamnıń geypara jaǵdaylarda belgili maqsetke jetiw múmkinshiligi birqansha usıllar nátiyjesinde ámelge asıwı múmkin. Bunday jaǵdayda eń jaqsı usıldı izlew kerek boladı. Biraq hártúrli jaǵdayda eń jaqsısı bolıp hártúrli sheshim esaplanıwı múmkin. Bulardıń bári tańlap alınğan yaki berilgen kriteriyadan gárezli boladı. Meyli mısál ushın student universitetten ádewir alıs jasaydı hám ol universitetke avtobus penen 30 minutta jete alatuǵın bolsın yaki ol usı joldıń belgili bólegin avtobusta, al qalğan bólegin jónelisli taksidede kelse 20 minut sarplanatuǵın bolsın. Eki sheshimdi talqılap, bahalap kóreyik. Haqiqatında da ekinshi sheshim eger universitetke az waqıt sarıplap jetiw talap etilgen bolsa, eń jaqsısı boladı, yaǵnıy ol waqıttı únemlew (minimizatsiya) ge eń jaqsı sheshim boladı. Ekinshi jaqtan basqa kriteriya boyınsha (mısalı az qarjı jumsaw hám az kóship ótiw kerek bolsa) bul jaǵdayda birinshi sheshim eń maqulı bolıp esaplanadı. Ámelde eń jaqsı túsinigi sanlı kriteriyalar menen ańlatılıwı múmkin: minimum sarıplaw, normadan minimum awısıw, maksimum tezlik, maksimum payda h.t.b.

Optimal sheshim tabıw máseleleri optimallasırıw máseleleri dep ataladı. Optimal nátiyje birden emes al optimallasırıw protsessi dep atalğan protsess nátiyjesinde tabıladı. Optimallasırıw protsessinde qollanılğan usıllar optimallasırıw usılları dep ataladı. Ápiwayı jaǵdayda biz máseleń shártin birden matematika tiline awdarıp, onıń matematikalıq qalıplesiwin (ańlatıwın) aldıq. Biraqta praktikada máseleńni formallasırıw protsessi birqansha quramalı. Meyli mısál ushın hár qıylı úskenerler menen isleytuǵın tsexta hár qıylı zatları islep shıǵarıwdı sonday etip bólistiriw kerek, hár bir túrdegi zatları islep shıǵarıw planın eń az qarjı sarıplap orınlawdı ámelge asırıw kerek bolsın. Máseleńni sheshiw ushın tómendegi etaplardan ótemiz.

Obyektti úyreniw. Bunda ótip atırğan protsesstı túsiniw talap etiledi, zárúriy parametrlerdı anıqlaw kerek (Mısalı, hárqıylı hám óz-ara awmastırıwǵa múmkin bolğan úskenerlerdiń túrleriniń sanı, onıń hár bir túrdegi zattı islep shıǵıwdıǵı ónimdarlıǵı h.t.b). Modellestiriwdi táriyplew optimallasırıw kriteriyasın anıqlaw, yaǵnıy qaralıp atırğan protsessiniń xarakteristikaları arasındıǵı tiykarǵı baylanıstı hám gárezlilikti tabıw hám onı sóz arqalı táriyplew (fiksatsiya, zakreplenie) bolıp esaplanadı.

Matematikalıq modellestiriw. Modellestiriw táriyinde ayılğanlardı formal matematika tiline kóshiriw. Barlıq shártlerge sáykes shegaralawlar, teńsizlik hám teńlemeler sisteması túrinde jazıladı. Bul sistemasıń qálegen sheshimi múmkin bolğan sheshim delinedi. Kriteriya ádette maqset funksiya dep atalatuǵın funksiya túrinde jazıladı. Optimallasırıwshı máseleńni shegaralawlar sistemasın esapqa alğan jaǵdayda, maqset funksiyanıń minimal yaki maksimal mánislerine alıp keletuǵın sheshimdi izlew bolıp tabıladı. Máseleńni sheshiw usılın tańlaw (yaki dúziw).

Máseleni endi matematikalıq túrde jazılǵanlıqtan, onıń dál mazmunı bizdi qızıqtırmaydı. Sebebi mazmunı bir birinen aytarlıqtay ózgeshe bolǵan birqansha máseleler kópshilik jaǵdayda birdey bolǵab formal jazıwǵa alıp keliniwi múmkin. Sonlıqtan shehsiw usılın tańlaǵan waqıtta tiykarǵı dıqqat máseleniń mazmunına emes, al onıń matematikalıq dúzilisine qaratıladı. Ayırım jaǵdayda máseleniń ózgesheligi bizge burın belgili bolǵan usıldı modifikatsiyalawdı yamasa tazasın islep shıǵıwdı talap etiwı múmkin.

Máseleni kompyuterde sheshiw ushın programma tańlaw yamasa dúziw.

Praktikada bizlerge ushırasatuǵın máselelerdiń kópshilik bólegi, ózgeriwshiler hám olar arasındaǵı baylanıslardıń kóp bolıw sebebinen, tek kompyuterdi qollanǵanda ǵana tez waqıtta esaplap shıǵarıw múmkin boladı. Bárinen burın máseleni kompyuterde sheshiw ushın, biz tańlap alǵan sheshiw usılın qollanatuǵın programma dúziw kerek.

Máseleni kompyuterde sheshiw. Máseleni sheshiw ushın kerek bolǵan maǵlımat programma menen mashına yadına kiritiledi. Dúzilgen programmaǵa sáykes kompyuterge berilgen sanlı maǵlıwmatlardı qayta isley baslaydı, hám sáykes nátiyjeni talap etilgen túrde bizge qolaylastırıp shıǵarıp beredi.

Alınǵan sheshimdi talqlaw. Bul eki túrde boladı: formal túrde (matematikalıq). Bunda alınǵan sheshimniń dúzilgen matematikalıq modelge sáykesligi tekseriledi. Eger sáykes kelmese, onda programma, berilgen maǵlıwmatlar, mashınanıń durıs isleui h. t. b. tekseriledi.

Mazmunlı túrde: (ekonomikalıq, teqnologiyalıq h. t. b.). alınǵan sheshimniń modellestirilgen obektke sáykesligi tekseriledi. Bunday analiz nátiyjesinde modelge ayırım ózgerisler kirgiziliúi yamasa anıqlanıwı múmkin, bunnan keyin biz joqarıda aytıp ótken prosesler tolıǵı menen qaytalanadı. Model tek sol waqıtta dúzilgen hám jetilistirilgen dep ataladı, egerde ol tańlap alınǵan kriteriya boyınsha obekttiń is háreketin jetkilikli túrde qarakterley alǵan bolsa. Tek usı jaǵdayda ǵana model esaplaw ushın qollanıwı múmkin.

Optimallastırıw máseleleriniń túrleri hám táriptniwi. Optimallastırıw máselelerin sheshiw boyınsha toplanǵan tájiriybeler tiykarında olar tómendegi túrlerge bólinedi:

1. Xorlardı basqarıw (управление запасами);
2. Resurslardı bólistiriw;
3. Úskenelerdi remontlaw hám almasıwı;
4. Massalıq táminlew;
5. Tártiplestiriw;
6. Tarawlardı planlastırıw hám basqarıw;
7. Marshrut taqlaw;
8. Aralas túrdegi máseleler.

I Xorlardı basqarıw máselesi. Bul eń kóp tarqalǵan másele bolıp ol tómendegi qásiyetlerge iye. Xor kóbeygen sayın onı saqlawǵa kóp qárejet sarıplanadı, biraq onıń qıtshılıq(jetispewshilik) shıǵını azayadı.

Máseleniń shártine baylanıslı xordı basqarıw máselesi tómendegi úsh toparǵa bólinedi.

1. Jetkeriw yamasa buyırtpanı (zakazdı) orınlaw waqtı sheklengen. Óndiriletuǵın yamasa satıp alınatuǵın xordı anıqlaw kerek.
2. Óndiriletuǵın yamasa satıp alınatuǵın xor sheklengen. Buyırtpanı orınlaw waqtı anıqlanadı.
3. Buyırtpanı orınlaw waqtı hám óndiriletuǵın yamasa satıp alınatuǵın xor sheklenbegen. Joqarıda táriplengen kriteriyaǵa baylanıslı usı shamalardı anıqlaw kerek.

II Resurslardı bólistiriw máselesi. Belgili bir jumıslar kólemi berilgen

bolıp onı orınlaw ushın resurslar shamaı jetispeytuǵın jaǵdayda payda boladı.

Bul másele de úsh toparǵa bólinedi.

1. Resurs ta jumıs ta berilgen. Qandayda bir effekt maksimumǵa yamasa sarıplanatuǵın shıǵındı minimumǵa keltiretuǵın resurslardı sáykes jumıslarǵa bólistiriw kerek.
2. Tek qolda bar resurslar berilgen. Qandayda bir effektivlikti maksimumǵa keltiriw ushın usı resurslardı esapqa alǵan halda jumıslardıń qanday túrin orınlaw kerek ekenligi anıqlanadı.
3. Tek orınlanatuǵın jumıs belgili. Óndiris shıǵının minimumlastırıw ushın qaysı resurslar zárúrli ekenligin anıqlaw kerek.

III Úskenelerdi dúzetiw hám almastırıw máselesi. Islep turǵan úskenelerdi ońlaw (remontlaw) yamasa almastırıw waqtın anıqlaw ushın qollanıladı. Bul jerde úskeneniń tozıwına baylanıslı remontqa yamasa onı almastırıwǵa sarıplanatuǵın shıǵın minimallastırıladı.

IV Massalıq táminlew máselesi. Bilimlendiriw hám gezeklestiriw xızmetin optimallastırıw máselelerin sheshiw ushın qollanıladı. Mıs: Samolyotlardıń trassaǵa shıǵıw gezegi, klientlerdi táminlew, abonentlerdi gezeklestiriw h.t.b máseleler.

V Tártiplestiriw máselesi. Bul másele tómendegi ózgesheliklerge iye. Máselen qandayda bir detallardıń kópligi berilgen. Olar bir neshe úskenelerde (stanoklarda) tayarlanadı. Bir stanokta bir waqtıń ózinde bir neshe detal tayarlaw múmkin emes. Bazı bir stanoklarda tayarlanatuǵın detallar gezekke turıp qaladı. Hár bir detaldı tayarlaw waqtı belgili boladı. Usıllardı esapqa alǵan halda másele bılayınsha qoyıladı.

Qandayda bir kriteriyanı minimumlastıratuǵın (máselen barlıq detallardı tayarlaw waqtın minimallastıratuǵın) hár bir stanoktaǵı gezeklesiwdi (ocheredti) anıqlaw kerek boladı. Bunday máseleler kalendarlıq jobalastırıw yamasa raspisanie dúziw máselesi dep ataladı. Kalendarlıq jobalastırıw máselesindegi optimallastırıw kriteriyaları hár qıylı boladı. Kópshilik máselelerde tómendegi kriteriyalar ushırasadı:

1. Barlıq jumıstıń orınlanıw waqtın minimallastırıw;
2. Detailardıń keshigiw waqtın minimallastırıw;
3. Detailardıń maksimal keshigiwin minimallastırıw;
4. Detailardıń keshigiwinen payda bolatuǵın shıǵındı minimallastırıw.

VI Tarmaqlıq jobalastırıw hám basqarıw máselesi. Bul másele úlken kólemdegi operaciyanıń tamamlanıwı menen komplekstegi barlıq

operatsiyalardıń baslanıwı aradaǵı qatnaslardı anıqlaydı. Bular quramalı ha'm qimbat turatug'ın proektylerdi islep shig'iwda aktuallı bolıp esaplanadı.

Ma'selenin' qatan' tu'rde qoyılıwı ushin to'mendegi sha'rtler za'ru'rli:

Da'l anıqlaytug'ın operatsiyalardıń ko'pligi bar bolıwı kerek, olar barlıq kompleksti juwmaqlaw ushin kerek boladı. Orınlanatug'ın operatsiyalar sol operatsiyalar ko'pliginin' elementleri bolıp esaplanadı. Operatsiyalar kompleksinin' ko'pligi ta'rtiplesken bolıwı kerek. Ha'r bir operatsiyadan aldın ha'm keyin qanday operatsiyanın' orınlanıwı belgili bolıwı kerek. Berilgen qatnasta ta'rtiplesken operatsiyalardı bir-birinen g'a'rezsiz baslawg'a yamasa tamamlawg'a boladı. Resurslar arasındag'I o'z-ara baylanis hám ha'r bir operatsiyanın' soziliw waqti belgili boladı. Bul jag'dayda operatsiyalar ko'pligin tamamlang'an grafik formasında beriwge boladı. Ol to'belerden ha'm bag'darlang'an dugalardan turadı. Operatsiyalar dugani, al ha'diyseler to'beni an'latadı.

VII. Marshurt tanlaw ma'selesini.

Transport ha'm baylanis ma'selelerin sheshiw ushin qollaniladı. Ma'selen A punktinen B punktine ju'retug'ın birneshe marshurtlar bar, solardıń optimal variantın tan'lap alıw kerek.

Jol qoyilg'an marshurtlarǵa birqansha shegaralar qoyılıwı mu'mkin. Ha'r bir puktte tek bir ma'rte bolıwı kerek yag'niy o'tken punktten qaytip o'tiwge bolmaydı, puktlerde irkilip turiwg'a boladı.

Tarmaqlar yamasa torlar ma'selesini arasında en' ko'p tarqalg'an ma'sele erikli punktler arasındag'I qatnasta en' qisqa joldi tan'law bolıp esaplanadı.

VIII. Aralas ma'seleler. Bul o'z ishine bir neshe ma'selelerdi aladı. Ma'selen o'ndiristi planlastiriwda ha'm basqariwda to'mendegi kompleks ma'selelerdi sheshiwge tuwri keledi.

- 1) Ha'r tu'rden qansha zat islep shig'iw kerek ha'm ha'r bir zattin' optimal o'lshepleri qanday.
- 2) O'ndiristin' optimal jobası ishengennen keyin o'ndiris buyirtpaların buyirtpashilarg'a (tutuiniwshilarg'a) qalay bo'listiriw kerek.
- 3) O'ndiris buyirtpaların qanday izbe-izlikte ha'm qansha orınlaw kerek.

Mine usi u'sh ma'seleni bir ka'rxana ushin bir-birinen bo'lip-bo'lip alıp orınlawg'a bolmaydı, biraq birinin' izinen birin bir-birine baylanisli bolg'an halda orınlawg'a boladı. Ma'selen d'aslep o'ndiristi jobalastiriw, son' usi optimal jobag'a sa'ykes u'skenelerdi optimal bo'listiriw ha'm en' aqirında jumisti orınlawdin' grafigi du'ziledi.

Degen menen ma'selelerdi bir-birine baylanisli etip bunday sheshiw uliwma kriteriya ushin barlıq waqitta optimal sheshiwge alıp kelmewi mu'mkin. Ma'selen optimal sandag'I barlıq zatti o'ndirip shig'ariw kerek bolmawı mu'mkin, sebebi bar bolg'an resurslar sheklengen boladı. Bunday aralas ma'selelerden optimal sheshim aliw usili ele islep shig'ilmadı, mu'mkin optimal sheshimi joq bolıwı da mu'mkin. Sonin' ushin bunday aralas ma'selelerdi sheshkende izbe-iz juwıqlasiw usili qollaniladı.

Joqarında aytilg'an ma'selelerdin' klassifikatsiyasi operatsiyalardı izertelw usillarin toliq qantimaydı. Taza ma'seleler, taza usillar ha'm payda bolg'an ma'selenin' tu'rine qarap operatsiyalardı izertlew din' taza usillari payda bolmaqta.

Bul máselelerdiń birazları sızıqlı programmalaştırıw máseleleri dep ataladı. Sonıń ushın biz keying paragrafta sızıqlı programmalaştırıw máseleleriniń matematikalıq táriypleniwin bayan etemiz.

1.2 Sızıqlı programmalaştırıw máseleleriniń matematikalıq táriypleniwi hám modelleri.

Sızıqlı programmalaştırıw dep atalatuǵın, matematikalıq modelge jatatuǵın, sheshim qabıl etiw jagdayların formallastıratuǵın birqansha mısallar qarap kóreyik. Sızıqlı programmalaştırıw modeli ekonomikalıq qubılıslardıń modelleri arasında oǵada áhmiyetli orın tutadı. Sızıqlı programmalaştırıw ideyası birinshi ret rus matematigi L.V.Kantorovich tárepinen 1939 – jılı shıqqan “ Óndiristi shólkemlestiriw hám jobalastırıwda matematikalıq usıllar” degen miynetinde ayılǵan edi. Biraq kóp waqıtqa shekem bul jumısqa heshkim dıqqat awdarmadı. 1947-jılı tap usınday ideya Amerikalı matematik DJ.Dantsig tárepinen ayıldı. Usıdan keyin optimal sheshim qabıllawdıń problemalarına baǵışlanǵan kóp miynetler júzege keldi. Bul tek ǵana qoyılǵan máseleńiń oǵada áhmiyetli bolǵanlıǵınan emes edi hám sonıń menen birge bul waqıtta esaplaw mashinaları rawajlanıp baslaǵan edi, al bul bolmaǵanda bunday quramalı, kóp esaplawlardı talap etetuǵın matematikalıq máselelerdi sheshiw qıyın edi. Endi sızıqlı programmalaştırıw máseleleriniń geyparalarınıń matematikalıq táriypleniwin hám modellerin qarap óteyik.

1. Aralasanıń eń jaqsı quramın anıqlaw máselesi:

Bul másele Dancig tárepinen islengen bolıp, dieta tańlaw haqqındaǵı másele degen at penen belgili. Bul máseleni mallardı azıqlandıırıw ushın optimal (mólsher) raciondı anıqlaw máselesi retinde bayanlayıq. Meyli bizge qollanılatuǵın jemdegi azıqlıq zatlardıń shamaı hám onıń bahası belgili dep alayıq. Sonday racion tańlaw talap etiledi, aralasanıń quramındaǵı azıq awqatlıq zatlarǵa jetkilikli shamada minimal shıǵın sarıplap, aralaspı tayarlawımız kerek bolsın. Belgilewler kirgizemiz:

m - azıqlıq zatlar sanı ;

n - jem túrleriniń sanı;

a_{ik} i – azıqlıq zattıń k – jem túrindegi birligi;

b_i i – azıqlıq zatqa sutkalıq talaptıń minimal shamaı;

c_k – k – túrdegi jem birliginiń bahası;

x_k – raciondaǵı k – túrdegi jemniń anıqlanıwǵa tiyisli bolǵan birliginiń shamaı.

a) Bul jerde optimal joba $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$; ...; $x_n \geq 0$; shártine baǵınatuǵın $x_1 \dots x_n$ shamaları bolıp esaplanadı (jemniń shamaı teris bolıwı múmkin emes).

b) $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i$; $i = 1, 2, \dots, m$ (i – azıqlıq zattıń ulıwma shamaı berilgen b_i – den kem bolıwı múmkin emes). Usı shártlerdi esapqa alıp, optimal ratsion dúziwdegi ulıwma qárejettiń shamain minimallastırıw zárúr, yaǵnıy

$$\sum_{k=1}^n c_k x_k \rightarrow \min ;$$

2. Ónim islep shıǵarıwdıń óptimal jobası haqqındaǵı másele

$$\max \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

Bul óndirilgen ónimdi satıwdan túsken ulıwma paydanıń shamaı.

Shártler:

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

$$a_j \leq x_j \leq A_j ; \quad j = 1, n$$

Bunda: n – islep shıǵarılǵan ónim túrleriniń sanı ;

m – resurs (xor, baylıq) túrleriniń sanı;

a_{ij} j – túrindegi ónimdi islep shıǵıwǵa talap etiletuǵın i – túrindegi resurs shamaı;

b_i – qolda bar resurstıń ulıwma shamaı;

c_i – i – túrindegi ónim birligin óndirip, satqannan keyin óndiristiń alatuǵın paydasınıń shamaı;

a_j hám A_j – j - ónimdi islep shıǵıwdıń tómengei hám joqarǵı shegarası.

3. Tarawlar aralıq qatnastı optimallastırıw máselesi.

Meyli xojalıqta, hár birinde tek bir ǵana túrdegi ónim islep shıǵarılatuǵın hám bul ónim barlıq qalǵan tarawlarda qollanılatuǵın tarawlar bar bolsın (ayırım jaǵdaylarda nol sanın da qollanıw múmkin dep uyǵarıwǵa boladı).

Meyli x_i - i – tarawdaǵı óndiris kólemi.

y_i - i – túrindegi ónimdi óndiristen sırtta tutınıw kólemi.

a_{ij} - i – tarawdaǵı j – túrindegi ónimdi óndiriwdegi j túrindegi ónim birligine sarıplanatuǵın qárejetleriniń shıǵın koefficienti.

n_i – i tarawdıń óndiris kóleminiń maksimal múmkinshiligi.

d_i – i – túrindegi ónimniń óndiristen sırtta tutınıwǵa talap etiletuǵın shamaı.

c_i - i – túrindegi ónimniń qunı.

Sonday bir $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ hám $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ mánislerin tabıw kerek, bunda barlıq ónimniń ulıwma qunı eń joqarı dárejede bolsın, yaǵnıy

$$\sum_{i=1}^n c_i y_i = \max$$

bolsın hám tómendegi shártler orınlanıwı kerek.

$$1. 0 \leq x_i \leq n_i ; \quad i = 1, n \quad \text{óndiris kóleminiń shegarası.}$$

$$2. y_i \geq d_i ; \quad i = 1, n \quad \text{ónimdi islep shıǵarıwdı shegaralaw.}$$

$$3. x_i \geq \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i ; \quad i = 1, n \quad \text{texnologiyalıq shegaralaw.}$$

4. Óndiris programmasın tańlaw (Kantarovich máselesi).

Bul másele 1939-jılı shıǵarılǵan dáslepki praktikalıq máselelerdiń biri boldı.

Berilgen l_1, l_2, \dots, l_n assortimentte n ónim islep shıǵaratuǵın m óndiris bolsın. Sonday-aq waqıt birligi ishinde j – ónim (produkt) islep shıǵaratuǵın i – shi óndiristiń ónimdarlıǵı a_{ij} belgili bolsın. $\max a_{ij} \geq 0$ dep uyǵarılısın yaǵnıy qandayda bir ónimdi eń bolmaǵanda bir óndiris islep shıǵaradı dep alayıq. Bizden waqıt boyınsha óndiristiń programmasın sonday etip dúziw talap etilsin, onda waqıt birliginde berilgen assortimenttegi ónimniń maksimum kólemin alıw kerek. Basqasha aytqanda, eger ónim qáhát (дефицит) bolsa, óndiris

quwatı shegaralanğanda, ol tolıq maksimal paydalanılğan bolıwı kerek. Bul máseleńiń matematikalıq modeli tómendegishe jazıladı:

Belgilewler: x_{ij} ($i = 1, m; j = 1, n$) j – ónimdi shıǵarıw ushın i – óndiriske ajratılğan jumıs waqtı. Sonda óndiristi optimal jumıs penen támiynlewdi izlew tómendegi máseleńi sheshiwge alıp keledi.

1. $x_{ij} \geq 0$ (waqt teris mánis alıwı múmkin emes).
 2. $\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1$ (barlıq úleslerdiń qosındısı óndiristiń tolıq waqtınan artıp kete almaydı).
 3. $y_j = \sum_{i=1}^m a_{ij} x_{ij}$ (barlıq óndiriste óndirilgen j - ónimniń shamaı).
- $z = \min(\frac{y_j}{l_j})$ (ónim assortimentiniń shamaı). Bunda $\frac{y_j}{l_j}$ bolğanlıqtan

másele sıziqlı emes, biraq bul máseleńi ańsat sıziqlı programmalastırıw máselesine alıp keliwge boladı.

5. Transport máselesi. Bul másele bir túrdegi ónimdi óndiriwshilerden tutınıwshılardı tasıp jetkeriwde payda boladı. Tutınıwshıǵa ónimdi qaydan alǵanlıǵı áhmiyetke iye emes dep esaplanadı, biraqta tutınıwshını óndiris punktine racional bekitiw transport jumısına sezilerli tásir etedi.

Másele bılay qoyıladı: Meyli waqt birliginde a_1, a_2, \dots, a_m kóleminde zat óndiretuǵın m óndiris punkti hám b_1, b_2, \dots, b_n kóleminde talap etetuǵın n tutınıw punkti bolsın. Tábiyiy túrde

$$\sum_{i=1}^m a_i \geq \sum_{j=1}^n b_j$$

dep uyǵarıladı, sebebi tutınıw shamaı óndiriw shamainan aspaw kerek. Sonday-aq bir birlik ónimdi i óndiris punktinen j tutınıw punktine tasıp jetkeriw ushın kerek bolğan qárejet shamaı c_{ij} belgili bolsın. Eger i óndiris punktinen j tutınıw punktine tasıw kerek bolğan ónimniń shamain x_{ij} dep belgilesek, onda másele bılay qoyıladı. x_{ij} diń sonday mánislerin tabıw kerek, bunda tasıw ushın jumsalǵan barlıq qárejetlerdiń shamaı minimal yaǵnıy $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$ qosındı minimum bolıwı kerek

Buǵan mınaday shárt qoyıladı:

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

Hár bir tutınıw punktine talap etilgen shamadaǵı júk tasıladı. Hár bir óndiris punktine alıp ketetuǵın júktiń shamaı óndirilgen ónimnen artıq emes.

Tasılatuǵın júktiń shamaı teris shama bolıwı múmkin emes. Bunnan basqa da optimallastırıw máselelerine: jaylastırıw haqqındaǵı másele; tayınlaw boyınsha, tordaǵı aǵımdı optimallastırıw h.t.b. usıǵan uqsas klassikalıq máselelerdi aytıwǵa boladı.

Endi bazı bir **siziqli programmalastiriw máseleleriniń matematikalıq modellerin analizlep kóreyik.** Siziqli programmalastiriw usillari menen sheshiletuǵın kópshilik máseleler tómendegishe táriypleniwi múmkin:

$$g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_1$$

$$g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_2 \quad (*)$$

.....

$$g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq B_n$$

shártlerin qánaatlandiradiratuğın

$$\max f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

funksiyasin tabiw talap etiledi.

Bul jerde: $f(x_1, \dots, x_n)$ - maqset funkciya (sistemaniń effektivligi);

x_1, x_2, \dots, x_n – izlenip atırǵan ózgeriwshiler; $g_1(x), \dots, g_m(x)$ - bar bolǵan resurslarǵa shegara qoyiwshi funkciyalar

Siziqli programmalastiriw járdeminde resurslardı bólistiriw, olardı basqariw, tarawlardı hám kalendarlıq planlastiriw, transport máseleleri, raspiseniyeler teoriyası máselesi hám t.b máseleler sheshiledi.

Misal retinde Samalyotlardıń hawa jollari boyınsha bólistiriwin qarayıq.

N túrli samalyot bar. Onı m túrli hawa jolarına bólistiriw kerek. (n túrli samalyot m túrli jolǵa bólistiriledi) Meyli $b_j (j=1, n)$ j túrdegi samalyot sanı. Barlıq samalyotlar $\sum_{j=1}^n b_j = b$. Hár bir samalyotıń túrine onıń hawadaǵı jolina, tasiytuğın zattıń túrine qaray otirip tómendegi belgilerdi kiritemiz:

a_{ij} j- túrdegi samalyotıń i jol boyınsha hár bir ayda tasiytuğın juginiń kólemi.

C_{ij} j- túrdegi samalyotıń i jol boyınsha júrgendegi sariplaǵan shıǵını

A_i i - jol boyınsha júk tasiw jobasi.

Tapsirma tómendegishe qoyiladi. Berilgen sandaǵı jolawshilardi yamasa júklerdi tasıw ushin minimal shıǵın jumsalatuğında etip m jol boyınsha samalyotlardı bólistiriw kerek.

Meyli x_{ij} - i joldan juretuğın j túrli samalyotlardıń sani bolsin.

Sonda samalyotlardı paydalaniw boyınsha bir aylıq shıǵın tómendegishe jaziladi:

$$L(x_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

Buǵan tómendegi shártler qoyiladi

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \geq a_i \quad (i=1, m) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j=1, n) \quad (4)$$

(3)- shárt júk tasiw jobasiniń orinlaniwi kerek ekenligin ańlatadi. (4)- shárt hár bir túrdegi samalyotıń uliwma sanin shegaralaydi.

(3) hám (4)- shártlerdiń orinlaniwi menen birge $L(x_{ij})$ funksiyasina minimum beretuğın $x_{ij} \geq 0$ ($i=1, m; j=1, n$) ózgeriwshilerin tabiw talap etiledi. Bul másele siziqli programmalastiriw máselesi bolip esaplanadi.

Siziqli programmalastiriw (SP) máselesiniń qoyiliwi hám onıń dúzilisin izertlew. Siziqli programmalastiriw máselesin tómendegi túrde táriyplewge boladi.

$$\begin{cases} a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \leq b_1 \\ a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n \leq b_2 \\ \dots \\ a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n \leq b_m \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; \dots; x_n \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

shártlerin qanaatlandiratuđın hám

$$\sum_{i=1}^n c x_i \Rightarrow \max \quad (6)$$

bolatuđın $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektorin tabiwidan ibarat.

Bul jađdayda barliq shártler teńsizlik formasında berilgen. Bul shegaralawshi shártler aralas (teńsizlik hám teńlik) formasında berliwi múmkin. Máselen:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ \dots \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_m \\ a_{m+11}x_1 + a_{m+1,2}x_2 + \dots + a_{m+1,n}x_n = b_{m+1} \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n \end{cases} \quad (7)$$

Siziqli programmastiriw máselesin matricali formada tómendegishe jaziwǵa boladi

$$CX \Rightarrow \max$$

$$AX \leq P_0$$

$$X \geq 0$$

(5) yamasa (7) shártti qanaatlandiratuđın $x_{10}, x_{20}, \dots, x_{n0}$ mánisleriniń qálegen K kópłigi jol qoyılǵan sheshimleriniń kópłigi dep ataladi. Yaǵniy $x_0 \in K$ boladi.

Eger bul jađdayda barliq $x \in K$ ushin

$$CX_0 \geq CX$$

shárti orinlansa, onda $x_0=(x_{10}, x_{20}, \dots, x_{n0})$ optimal sheshim dep ataladi.

$\text{Min } f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \max[-f(x_1, x_2, \dots, x_n)]$ bolǵanlıqtan Siziqli programmastiriw máselesin barliq waqıtta maksimallastiriw máselesine keltiriwge boladi

1.3 Siziqli programmastiriw máselesiniń geometriyalıq súwretleniwi hám onı sheshiwdiń algebralıq usılı

Meyli tómendegi mısaldı qarayıq:

$$X_1 \leq 400; X_2 \leq 300; X_1 + X_2 \leq 500; X_1 \geq 0; X_2 \geq 0;$$

$$\text{Yaǵniy: } 0 \leq X_1 \leq 400;$$

$$0 \leq X_2 \leq 300;$$

$$0 \leq X_1 + X_2 \leq 500;$$

shártlerdi qanaatlandiratuđın hám

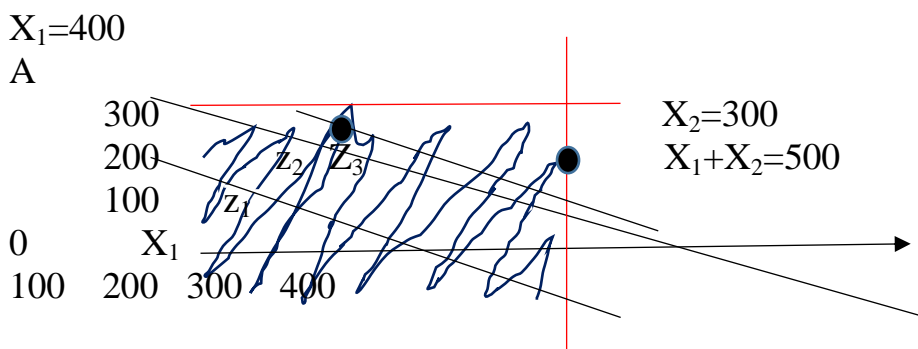
$$Z = 2X_1 + 5X_2$$

funkciyasına maksimum mánis beretuğın X_1 hám X_2 ózgeriwshilerin tabiw kerek.

Joqarıdaǵı shegaralawlardıń hár biri yarım tegislikti, al olardıń kesilisiwi kóp múyeshlikti dúzedi. Bul dónes kóp múyeshlik bolıp esaplanadı. (súwrette boyalǵan oblast)

X_2





$F(X_1, X_2) = 1000$ bolsın $2X_1 + 5X_2 = 1000$ teńlemesininń grafigi koordinataları $(500; 0)$ hám $(0; 200)$ tochkalarınan ótetuǵın tuwrı boladı. $2X_1 + 5X_2 = 1500$ bolǵanda ol koordinataları $(750; 0)$ hám $(0; 300)$ tochkasınan ótetuǵın tuwrı boladı.

Z_2 sızıǵı Z_1 sızıǵınan joqarı, onı jáne paralell jılıstırsaq Z_3 sızıǵına iye bolamız. Ol $A(200; 300)$ tochkasınan ótedi. Bul tochkada

$$Z = 2X_1 + 5X_2 = 400 + 1500 = 1900$$

funlcıyası max mániske iye boladı.

Demek, usı tochkadaǵı funlcıyanıń mánisin hám tabılǵan tochkalardı optimal sheshim dep qabıl etemiz. Sebebi funlcıyanıń $X \in K$ kópligindegi basqa mánisleriniń hámmesi 1900 dan úlken bolmaydı.

Sızıqlı programmalastırıw (SP) máselesiniń shegaralıq shártleri vektor formasında tómendegishe jazıladı.

$$\bar{A}_1 X_1 + \bar{A}_2 X_2 + \dots + \bar{A}_n X_n \leq \bar{A}_0 \quad (8)$$

Bul jerde:

$$\bar{A}_1 = \begin{pmatrix} a_{11} \\ \vdots \\ a_{m1} \end{pmatrix} \quad \bar{A}_2 = \begin{pmatrix} a_{12} \\ \vdots \\ a_{m2} \end{pmatrix}; \dots \quad \bar{A}_n = \begin{pmatrix} a_{1n} \\ \vdots \\ a_{mn} \end{pmatrix}; \quad \bar{A}_0 = \begin{pmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}$$

$\bar{A}_1, \bar{A}_2, \dots, \bar{A}_n$ vektorları máselesiniń talapları dep ataladı. Berilgen vektorlar keńisliginde jol qoyılǵan K kópligin qaraymız. (8) formulada $X_i \geq 0$ bolǵanlıqtan A_j ($j=1, n$) vektorlarınıń barlıq oń kombinaciyaları konustı payda etedi. Sonlıqtan jol qoyılǵan sheshimlerdiń bar bolıwı haqqındaǵı másele \bar{A}_0 vektorınıń usı konusqa tiyisli ekenligi haqqındaǵı soraw menen teńkúshli.

$\bar{A}_1, \bar{A}_2, \dots, \bar{A}_n$ vektorları ($n > m$) m ólshemli vektor bolǵanlıqtan olardıń ishinen $\bar{A}_1, \bar{A}_2, \dots, \bar{A}_n$ vektorlarınan dúzilgen konustı óz ishine alatuǵın hám m ólshemli keńisliktiń bazisın dúzetuǵın sızıqlı ǵarezsiz m vektorlar barlıq waqıtta tabıladı. Sonlıqtan tómendegi tastıyıqlawshılar orınlı boladı.

Eger SP máselesi n ózgeriwshige hám m ($n > m$) shegaralıq shártke iye bolsa, onda optimal sheshimge nólden ózgeshe bolǵan. \bar{X} tiń m nen kóp bolmaǵan mánisi kiredi. Bul jaǵdayda $\bar{X} \geq 0$ den basqa shegara shártleri teńsizlik formasında berilgen bolıwı kerek.

Shegara shártleri teńsizlik formasında berilgende optimal sheshimdi tabıw qıyın boladı. Sonlıqtan onı teńlemeler sisteması túrine keltiriw kerek. Onıń

ushin teńsizliklerdiń shep jaǵına bir ózgeriwshini jetispese qosamız, al artıq ketse alamız. Bunı shegara shártlerdi kanonikalıq formaǵa keltiriw dep ataydı.

Sızıqlı programmalastiriw máselesiniń standart (keńeytilgen) forması.

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + 1 \cdot x_{n+1} + 0 \cdot x_{n+2} + \dots + 0 \cdot x_{n+m} = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + 0 \cdot x_{n+1} + 1 \cdot x_{n+2} + \dots + 0 \cdot x_{n+m} = b_2$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + 0 \cdot x_{n+1} + 0 \cdot x_{n+2} + \dots + 0 \cdot x_{n+m} = b_m$$

shártlerin qanaatlandıratuǵın

$$\max f(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n + 0 \cdot x_{n+1} + \dots + 0 \cdot x_{n+m} \quad (9)$$

funkciyasın tabıwdan ibarat.

Matricalıq formada ol tómendegishe jazıladı:

$$\bar{A}^{m+n} \cdot \bar{X}_1 + \bar{E}^{m \cdot m} \cdot \bar{X}_2 = \bar{A}_0$$

shártin qanaatlandıratuǵın

$$\max \bar{C}^T \cdot \bar{X}$$

funkciyasın tabıwdan ibarat. Bul jerde:

$$\bar{E}^{m \cdot m} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}; \quad \bar{X}_2 = \begin{pmatrix} x_{n+1} \\ x_{n+2} \\ \vdots \\ x_{n+m} \end{pmatrix} \quad (10)$$

Vektor formasında tómendegishe jazıladı.

$$\bar{A}_1x_1 + \bar{A}_2x_2 + \dots + \bar{A}_nx_n + \bar{A}_{n+1}x_{n+1} + \dots + \bar{A}_{n+m}x_{n+m} = \bar{A}_0 \quad (11)$$

Shártti qanaatlandıratuǵın $\max \bar{C}^T \cdot \bar{X}$ funksiyasın tabıwdan ibarat.

Berilgen másele

$$\text{Ms: } \begin{cases} x_1 + x_2 \leq 5 \\ 1.5x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; \end{cases}$$

Belgilewler:

keńeytilgen másele

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 5 \\ 1.5x_1 + x_2 + x_4 = 6 \\ x_1; x_2; x_3; x_4 \geq 0 \end{cases}$$

$$\bar{A}_1 = \frac{1}{1.5} \begin{pmatrix} \dots \\ \dots \end{pmatrix}; \quad \bar{A}_2 = \frac{1}{1} \begin{pmatrix} \dots \\ \dots \end{pmatrix}; \quad \bar{A}_3 = \frac{1}{0} \begin{pmatrix} \dots \\ \dots \end{pmatrix}; \quad \bar{A}_4 = \frac{0}{1} \begin{pmatrix} \dots \\ \dots \end{pmatrix}; \quad \bar{A}_0 = \frac{5}{6} \begin{pmatrix} \dots \\ \dots \end{pmatrix}$$

Bul vektorlardan 6 bazis dúziwge boladı. $\{\bar{A}_1, \bar{A}_2\}, \{\bar{A}_1, \bar{A}_3\}; \{\bar{A}_1, \bar{A}_4\}; \{\bar{A}_2, \bar{A}_3\}, \{\bar{A}_2, \bar{A}_4\}; \{\bar{A}_3, \bar{A}_4\}$;

Bulardıń hár birine kerı matricanı tabamız hám onı \bar{A}_0 vektorına kóbeytip bazislik sheshimlerdi qabıl etemiz. Olar tómendegiler:

$$(x_1=2; x_2=3); (x_1=4; x_3=1); (x_1=5; x_4=-3/2); (x_2=6; x_3=-1); (x_2=5; x_4=1); (x_3=5; x_4=6).$$

Endi **sızıqlı programmalastiriw-máselesin sheshiwdiń algebraıq usılın** qarap óteyik. Sızıqlı programmalastiriw-máselesin sheshiwdiń grafikalıq usılı tek ǵana eki ózgeriwshi ushın qolaylı boladı. Ózgeriwshiler sanı kóp bolǵan jaǵdayda onı

kóz aldımızǵa keltiriw qıyın (múmkin emes). Ózgeriwshiler sanı 2 den artıq bolǵan jaǵdaydı sıızıqlı programmalastırıw máselesin simpleks-usıl dep atalatuǵın usılın menen sheshedi. Bul usıl interaciyalıq xarakterge iye. Bir túrdegi orınlanatuǵın operaciyalar optimal sheshim tabılǵansha dawam etedi.

Ádette sıızıqlı programmalastırıw máselesinde “Asıp ketpesin” \leq “Kem bolmasın” \geq yamasa “Teń bolsın” = degen belgiler menen baylanısqań teńsizlikler hám teńlemeler sisteması shegara shártler sıpatında beriledi. Sıızıqlı programmalastırıw máselesiniń ulıwma (universal) modelin dúziw ushın berilgen model standart formaǵa keltiriledi.

Sıızıqlı programmalastırıw máselesiniń standart formasında:

1. Barlıq shegara shártlerdiń oń jaǵı oń shama menen al teńsizlikler teńleme menen almasırladı.
2. Modeldegi barlıq ózgeriwshiler oń sanlardı qabıl etedi.
3. Maqset funkciya maksimum yamasa minimumlastırıladı.
Usı usıllar menen qálegen sıızıqlı model standart formaǵa keltiriledi.

Mıs: 1) $x_1 + 2x_2 \leq 6$ teńsizligin

$x_1 + 2x_2 + S_2 = 6$ teńlemesi menen,

2) $3x_4 + 2x_2 - 3x_3 \geq 5$ teńsizligin

$3x_4 + 2x_2 - 3x_3 - S_2 = 5$ teńlemesi menen,

3) $3x_1 + 2x_2 - x_3 = -5$ teńlemesin

$-3x_1 - 2x_2 + x_3 = 5$ teńlemesi menen almasırwǵa boladı.

4) qálegen $Y_i \geq 0$ ózgeriwshisin $y_i' - y_i''$ dep eki ózgeriwshi menen almasırwǵa boladı.

5) $Z = 5x_1 + 2x_2 + 3x_3 \Rightarrow$ maq maqset funkciyasın

$(-Z) = -5x_1 - 2x_2 - 3x_3 \Rightarrow$ min maqset funkciyası menen almasırwǵa boladı.

Mıs:
$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 10 \\ -2x_1 + 3x_2 \leq -5 \\ 7x_1 - 4x_2 \leq 6 \end{cases}$$
 shegara shartlerdi qanaatlandıratuǵın

$Z = 2x_1 + 3x_2$ funkciyasın minimumlastırıw kerek bolsın. X_1 belgige iye emes, al $X_2 \geq 0$.

Bunı túrlendirip tómendegige iye bolamız.

$$\begin{cases} x_1' - x_1'' + x_2 = 10 \\ 2x_1' - 2x_1'' - 3x_2 - S_2 = 5 \\ 7x_1' - 7x_1'' - 4x_2 + S_3 = 6 \\ x_1', x_1'', x_2, x_3, S_2, S_3 \geq 0 \end{cases}$$

$Z = 2x_1' - 2x_1'' + 3x_2 \Rightarrow \min$

Endi bul teńlemeden bazı bir ózgeriwshilerdi shıǵarıp ózgeriwshiler sanın azaytıp tańlaw usılların qollanamız. Sıızıqlı programmalastırıw máselesin sheshiwde eń sınałǵan usıllardıń biri Simpleks usıl bolıp esaplanadı.

II BAP. Simpleks usulidn algoritmi hám kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha ilimiy-metodikalıq pikirler.

2.1 Simpleks usulidn esaplaw protseduraları hám olardı izertlew.

Simpleks usulidn esaplaw protseduraları tómendegi etaplardan turadı.

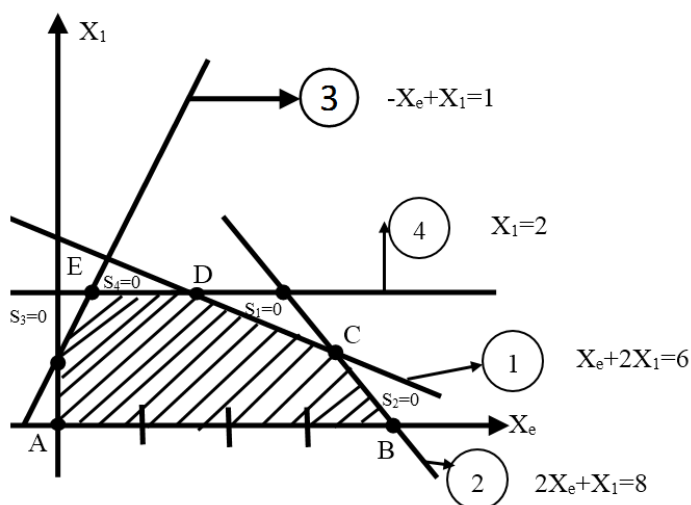
1. Sızıqlı modeldn standart formasın paydalana atrıp jol qoyılğan baslanğısh bazislik sheshimlerdi anıqlaymız.
2. Bazislik bolmağan (nólge teń bolğan) ózgeriwshilerdiń ishinen maqset funksiyanı optimal mániske jaqınlastıratuğın baziske tazadan kirgiziletuğın ózgeriwshini tańlap alamız hám keyingi etapqa ótemiz. Eger bunday ózgeriwshi bolmasa, onda yesaplaw protsesi toqtaydı.
3. Taza bazislik sheshim tabıladı. Bul sheshim bazislik hám bazislik bolmağan ózgeriwshilerdiń quramına sáykes keledi. Bunnan soń 2-shi punkke qaytamız. Meyli bulardı mısalda kóreyik

$$Z=3x_e+2x_1+0 \cdot S_1+0 \cdot S_2+0 \cdot S_3+0 \cdot S_4 \Rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_e + 2x_1 + s_1 & = 6 \\ 2x_e + x_1 + s_2 & = 8 \\ -x_e + x_1 + s_3 & = 1 \\ x_1 + s_4 & = 2 \\ x_e, x_1, s_1, s_2, s_3, s_4 & \geq 0 \end{cases} \quad \begin{cases} X_e+2X_1 \leq 6 \\ X_e+X_1 \leq 8 \\ -X_e+X_1 \leq 1 \\ X_1 \leq 2 \\ X_1, X_e \geq 0 \end{cases}$$

$$Z=3x_e+2x_1 \Rightarrow \max$$

Bul máseleń geometriyalıq suwretleniwi tómendegishe boladı.



Meyli bul máselege XXE máselesi dep atama bereyik.

Bul jerde teńlemeler sanı 4, al ózgeriwshiler sanı 2, demek baslanğısh sheshim retinde eki ($6-4=2$) ózgeriwshi 0 ge teń boladı. Eger $x_1=0$; $x_2=0$ desek $S_1=6$; $S_2=8$; $S_3=1$; $S_4=2$ sheshimi A tochkasına sáykes keledi. Sanlıqtan A(0;0) tochkasın baslanğısh sheshim dep qabıl etsek boladı. Bul barlıq shegara shártlerdi qanaatlandıradı.

Solay etip alınğan nátiyjelerdi tómendegi tablitsa túrinde bergen qolaylı boladı.

Bazis ózger	Z	X_e	X_1	S_1	S_2	S_3	S_4	Sheshim	
Z	1	-3	-2	0	0	0	0	0	Z teńleme
S_1	0	1	2	1	0	0	0	6	S_1 teńleme

S ₂	0	2	1	0	1	0	0	8	S ₂ teńleme
S ₃	0	-1	1	0	0	1	0	1	S ₃ teńleme
S ₄	0	0	1	0	0	0	1	2	S ₄ teńleme

Bul jerde Z teńleme: $Z-3X_e-2X_1=0$

Maqset funksiya:

$$Z=3 \cdot 0+2 \cdot 0+0 \cdot 6+0 \cdot 8+0 \cdot 1+0 \cdot 2=0,$$

özgeriwshiler: $X_e=0; X_1=0; X_1=6; S_2=8; S_3=1; S_4=2$

Alingan sheshimdi analiz etsek $X_e=0; X_1=0; Z=0$; hám X_e hám X_1 özgeriwshileri teris koeffitsiyentlerge iye. Biz maksimum máselesin sheship atırmız. Eger biz X_e hám X_1 özgeriwshilerin arttırsaқ sheshim maksimumǵa bir adım jaqınlasadı. Sonıń ushın absalyut shaması boyınsha eń úlken koeffitsientin tańlap alamız, sebebi bul jaǵdayda optimum tezlesedi.

Bul usıl simpleks usıldıń tiykargı qaǵıydası bolıp yesaplanadı.

Maksimallastırıw máselesinde barlıq bazislik bolmaǵan özgeriwshiler (Z teńlemede) oń koeffitsientke iye bolsa onda alınǵan sheshim optimal sheshim dep esaplanadı.

Eger onday bolmasa taza bazislik sheshim sıpatında eń kishi koeffitsienti bar özgeriwshini tańlap aladı. Sonlıqtan X_e özgeriwshisin tańlap alamız hám onı baziske kiritemiz. Bazisten shıǵarılatuǵın özgeriwshiler S_1, S_2, S_3, S_4 lerdıń ishinen alınadı. Bul jaǵdayda shegara shártler qanaatlandırılıwı kerek hám ilajı bolsa mánisi nólge aylanatuǵın özgeriwshi tańlap alınadı.

Máseleniń geometriyalıq maǵanasına qarasaq $X_e \in [0;4]$ $X_e=4$ tochkasında ol óziniń maksimum mánisin qabıl etedi. Sonın ushın S_2 qatarın tańlap alamız, sebebi $X_e=8/2=4$ berilgen shegara shártti qanaatlandıradı. Basqaların tekserip kórsek: $X_e=2/0$ (mumkin emes): $X_e=6/1$ qanaatlandırmaydı : $X_e=1/(-1)=-1$ qanaatlandırmaydı . Demek $X_e=8/2=4$ ti tańlap alamız. Bul S_2 -qatarǵa sáykes keledi. Simpleks tablitsada bul qatar tómenдеgi usıl menen tańlap alınadı:

- 1) X_e baǵanasındaǵı 0 lik qatar hám teris belgige iye qatar esapqa alınbaydı,
- 2) X_e özgeriwshisiniń koeffitsientlerine sheshimdi (saltan aǵzanı) bólemiz:

S_1 qatardan $X_e=6/1=6$; S_2 qatardan $X_e=8/2=4$; $4 < 6$ bolǵanlıqtan S_2 -shi qatardı tańlap alamız. X_e baǵanasın sheshiwshi baǵana; S_2 qatarın sheshiwshi qatar hám olardıń kesilispesindegi 2 sanın sheshiwshi element dep ataymız.

Endi baziske kiritiletuǵın hám bazisten shıǵarılatuǵın özgeriwshiler aniqlanǵannan keyin optimallıq shártlerdi esapqa alǵan halda kelesı interaciyaда Gauss – Jordano usili qollaniladı. Bul eki túrдеgi esaplaw processin óz ishine aladı.

1. Taza sheshiliwshi qatar = $\frac{\text{aldınǵı sheshiliwshi qatar}}{\text{sheshiliwshi element}}$

2. Teńlemelerdi qayta dúziw (buǵan z teńlemede qatnasadı)

Taza teńleme	=	Burıńǵı teńleme	-	Burıńǵı teńlemenin sheshiliwshi baǵanasındaǵı koefficienti	*	Taza sheshiliwshi qatar
--------------	---	-----------------	---	--	---	-------------------------

Birinshi etapta. S_2 shi teńlemini 2 ge bólip S_2 ózgeriwshısı X_E menen almasırladı sonda X_E shi teńleme

Bazic ózgeriwshı	Z	X_E	X_1	S_1	S_2	S_3	S_4	Sheshimı
Z								
S_1								
X_E	0	1	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	0	0	$\frac{8}{2} = 4$
S_3								
S_4								

usı túrde jazıladı.

Biz jańa sheshimge iye boldıq, yaǵniy $X_E = \frac{8}{2} = 4$

Endi ekinshi etapta taza simpleks tablicanı toldırıw ushın ekinshi etapqa ótemiz.

1. Z teńleme boyınsha

Burıńı z teńleme: $(1 -3 -2 0 0 0 0 0) +$

$-(-3) * X_E$ teńleme: $(0 3 \frac{3}{2} 0 \frac{3}{2} 0 0 12)$

Taza z teńleme: $(1 0 \frac{-1}{2} 0 \frac{3}{2} 0 0 12)$

2. Burıńı S_1 teńleme: $(0 1 2 1 0 0 0 6) +$

$-(1) * X_E$ teńleme: $(0 -1 \frac{-1}{2} 0 \frac{-1}{2} 0 0 -4)$

Taza S_1 teńleme: $(0 0 \frac{3}{2} 1 \frac{-1}{2} 0 0 2)$

3. Burıńı S_3 teńleme: $(0 -1 1 0 0 1 0 1) +$

$-(1) * X_E$ teńleme: $(0 1 \frac{1}{2} 0 \frac{1}{2} 0 0 4)$

Taza S_3 teńleme: $(0 0 \frac{3}{2} 0 \frac{1}{2} 1 0 5)$

4. S_4 teńleme burıńı tursında qaladı sebebi jetekshi baǵanadaǵı koefficient 0 ge teń. Solay etip taza simpleks tablica tómendegishe jazıladı.

Bazic ózgeriwshı	Z	X_E	X_1	S_1	S_2	S_3	S_4	Sheshimı	Qatnas
Z	1	0	$\frac{-1}{2}$	0	$\frac{3}{2}$	0	0	12	
S_1	0	0	$\frac{3}{2}$	1	$\frac{-1}{2}$	0	0	2	$\frac{2}{\frac{3}{2}} = \frac{4}{3}$
X_E	0	1	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	0	0	4	$\frac{4}{\frac{1}{2}} = 8$
S_3	0	0	$\frac{3}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	1	0	5	$\frac{5}{\frac{3}{2}} = \frac{10}{3}$
S_4	0	0	1	0	0	0	1	2	$\frac{1}{\frac{1}{2}} = 2$

Qatnasta $\frac{4}{3}$ sanı jaylasqan qatar tańlap alınadı, sebebi $\frac{4}{3} < 2 < \frac{10}{3} < 8$

Endi buniń ushın qaytadan Jordano – Gauss usulın paydalansaq tómendegi simpleks tablicağa iye bolamız.

Bazic ózgeriwshı	Z	X _E	X ₁	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	Sheshimı
Z	1	0	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{4}{3}$	0	0	$12\frac{2}{3}$
S ₁	0	0	1	$\frac{2}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0	0	$\frac{4}{3}$
X _E	0	1	0	$-\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0	$\frac{10}{3}$
S ₃	0	0	0	-1	1	1	0	3
S ₄	0	0	0	$-\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	0	1	$\frac{2}{3}$

Solay etip taza baziclik sheshimge $X_E = 3\frac{1}{3}$; $X_1 = 1\frac{1}{3}$; al máqset funkciya $z = 12\frac{2}{3}$

Bul en keying simpleks tablica, biz qabıl etetuǵın optimal sheshim bolıp esaplanadı. Sebebi z teńlemede baziclik ózgeriwshilerdiń coefficientleriniń hámmesi oń bolıp esaplanadı. Joqarıda biz maximum máselesin sheshtik.

Eger máqset funkciyanı minimumlastırǵan jaǵdayda bul algoritmdede tek ǵana optimallastırw shártin ózgeriw kerek: taza baziclik sheshim sıpatında z teńlemedegi eń úlken oń coefficientke iye ózgeriwshı tańlap alınadı. Ózgeriwshilerdiń jol qoyılıw shárti maximum hám minimum máselesinde de birdey boladı.

Endi simpleks usıldı paydalanǵanda eki jaǵday ushın da ulıwmalasqan formulirovkani bereyik.

Optimallıq shárti. Bazicke kirgiziletuǵın ózgeriwshı z tańlemege max(min) máselesi ushın moduli boyınsha eń úlken teris (oń) coefficientke iye ózgeriwshı bolıp esaplanadı. Eger bul coefficientler teń bolıp qalsa qálegenin alıwǵa boladı.

Eger z teńlemedegi barlıq coefficientler max (min) máselesi ushın oń (teris) bolsa onda alınǵan sheshim optimal sheshim bolıp esaplanadı.

Jol qoyılıw shárti. Max (min) máselelerinde bazicten shıǵarılatuǵın ózgeriwshı sıpatında teńlemelerdi jetekshı baǵananıń coefficientine bólgende eń kishi saltań aǵza turǵan qatar tańlap alınadı. Eger sheshim baǵanasındaǵı saltan aǵzalar teń bolıp qalsa onda solardıń ishinen qálegen qatardı alıwǵa boladı.

Jasalma baslanǵısh sheshim. Joqarıda keltirilgen mısalda baziclik sheshim alıw ushın qaldıq ózgeriwshiler paydalanılǵan edi. Bıraq berilgen shegara shártler = yamasa \geq belgileri menen baylanıssa birden baziclik sheshimdi anıqlaw múmkın bolmaydı. Buni mısalda kóremiz.

$$z = 4x_1 + x_2 \Rightarrow \min \quad \begin{cases} 3x_1 + x_2 = 3 \\ 4x_1 + 3x_2 \geq 6 \\ x_1 + 2x_2 \leq 4 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Buni standart formağa jazıw ushin ekinshi teńsizliktiń shep jaǵına artıqsha ózgeriwshini, al úshinshi ge qaldıq ózgeriwshini kiritemiz.

$$\begin{aligned} 3x_1 + x_2 &= 3 \\ Z=4x_1 + x_2 &\Rightarrow \min, & 4x_1 + 3x_2 - x_3 &= 6 \\ x_1 + 2x_2 + x_4 &= 4 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 &\geq 0 \end{aligned}$$

Solay etip 4 belgisizli 3 teńlemeler sistemasına iye bolamız. Bunnan eger bir ózgeriwshi 0 ge teń bolsa qalǵan ózgeriwshilerdi tabıwǵa boladı. Buni tekserip kóriw usili menen aniqlawǵa boladı, biraq kóp waqıt sariplanadı.

Sonıń ushin jasalma ózgeriwshilerdi engiziw usili qollaniladı.

Bul usulda bazislik ózgeriwshilerge iye bolmaǵan teńlemenıń shep jaǵına qaldıq ózgeriwshige uqsatıp qosımsha ózgeriwshi kiritiledi. Bul jasalma ózgeriwshiniń qoyılǵan máselege qatnasi bolmaydı, yaǵniy barlıq jasalma ózgeriwshiler 0 ge teń boladı.

Iteraciyalıq processdi orınlaǵanda jasalma ózgeriwshiler 0 ge teń bolatuǵında etip optimal sheshimge umtiliw operaciyası qollaniladı.

Bul esaplaw sxemasın shólkemlestiriw ushin tómendegi usullar qollaniladı: jasalma ózgeriwshini paydalanǵanimız ushin járiyma salınadı. Dáslepki tochkani alıw ushin eki usil qollaniladı:

- 1) M-usili, yaǵniy úlken járiyma usili
 - 2) Berilgen máseleni sheshiwge aldin ala qaralatuǵın eki etepki usil.
- Bul usullardıń hár birin óz aldına qaraymız.

M-usil (úlken járiyma usili). Standart formadaǵı tómendegi modeldi qaraymız.

$$Z=4X_1+X_2 \Rightarrow \min \quad \begin{cases} 3X_1 + X_2 = 3 \\ 4X_1 + 3X_2 - X_3 = 6 \\ X_1 + 2X_2 + X_4 = 4 \end{cases} \quad X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$$

1 -shi hám 2- shi teńlemege qaldıq ózgeriwshi joq. Sonliqtan bul teńlemege jáne bir birden ózgeriwshi kiritemiz.

$$\begin{aligned} 3X_1 + X_2 + R_1 &= 3 \\ 4X_1 + X_2 - X_3 + R_2 &= 6 \end{aligned}$$

Bul ózgeriwshilerdi maqset funkciyada paydalanıw ushin ol ózgeriwshilerge koeficient sipatında úlken járiyma salamız.

Sonda:

$$Z=4X_1+X_2+MR_1+MR_2 \Rightarrow \min \quad \begin{cases} 3X_1 + X_2 + R_1 = 3 \\ 4X_1 + 3X_2 - X_3 + R_2 = 6 \\ X_1 + 2X_2 + X_4 = 4 \end{cases} \quad X_1, X_2, X_3, X_4, R_1, R_2 \geq 0$$

Teńlemeler sani 3, al ózgeriwshiler sani 6. Demek 3 ózgeriwshige dáslep 0 sanın menshiklep bersek onda qalǵan ózgeriwshiler bazislik ózgeriwshiler bolıp esaplanadı.

Mısalı: $X_1, X_2, X_3=0$ bolsa $R_1=3; R_2=6; X_4=4$ boladı.

Biz minimum máselesin qarap atırmız sonlıqtan M koeficienti jeterli dárejede úlken san bolǵanlıqtan R_1 hám R_2 ózgeriwshlerdiń mánisi optimal sheshimde nolge teń boladı.

Eger másele maksimumǵa sheshiletuǵın bolsa onda M saniniń ornına $(-M)$ ($M>0$) sani qollaniladı. Baslanǵısh sheshimlerdi tawıp bolǵannan keyin máseleni sheshiw processin tablicalıq formada beriw ushin máseleniń shártin qolaylı etip qayta dúziw kerek.

Baslanǵısh sheshim baǵanada turiwi kerek. Ol teńlemeninń óń jaǵın xarakterleydi. Buniń ushin maqset funkciyaǵa R_1 hám R_2 ózgeriwshilerin tómenдеgi formada kiritemiz.

$$R_1=3-3X_1-X_2, \quad R_2=6-4X_1-3X_2+X_3$$

$$Z=4X_1+X_2+M(3-3X_1-X_2)+M(6-4X_1-3X_2+X_3)=(4-7M)X_1+(1-4M)X_2+MX_3+9M$$

Bul Z teńleme simpleks tablicada tómenдеgishe boladı.

$$Z-(4-7M)X_1-(1-4M)X_2-MX_3=9M$$

Solay etip, sheshimniń baslanǵısh tochkasında $X_1=X_2=X_3=0$ ushin $Z=9M$ mánisi sáykes keledi. Bul $R_1=3$ hám $R_2=6$ mánisine sáykes keledi.

Optimal sheshimge alıp keletuǵın simpleks usıldıń izbe izligi tómenдеgi tablicada keltirilgen.

iteraciya	Bazı ózgeriw	X_1	X_2	X_3	R_1	R_2	X_4	Sheshim	
0-shi iteraciya	Z	$-4+7M$	$4M-1$	$-M$	0	0	0	$9M$	
	X_1 kiredi	R_1	3	1	0	1	0	3	
	R_1	R_2	4	3	-1	0	1	0	6
		X_4	1	2	0	0	0	1	4
1 shi iteraciya	Z_1	0	$\frac{1+5M}{3}$	$-M$	$\frac{4-7M}{3}$	0	0	$4+2M$	
	X_2 kiredi	X_1	1	$\frac{1}{3}$	0	$\frac{1}{3}$	0	0	1
		R_2 shıǵadı	R_2	0	$\frac{5}{3}$	-1	$-\frac{4}{3}$	1	0
		X_4	0	$\frac{5}{3}$	0	$-\frac{1}{3}$	0	1	3
2 shi iteraciya	Z	0	0	$\frac{1}{5}$	$\frac{8}{5}-M$		0		
	X_3 kiredi	X_1	1	0				0	
		X_2 shıǵadı	X_2	0	1			0	
		X_4	0	0	1	1	-1	1	1
3 optimum	Z	0	0	0		$-M$			
	X_3 kiredi	X_1	1	0	0		0		
		X_2	0	1	0		0		
		X_3	0	0	1	1	-1	1	1

Maqset funkciya minimallastirilip atir, demek baziske kiretuǵın ózeriwshiler eń úlken koeficientge iye boliwi kerek (Z teńlemede), Z teńlemedegi barliq baziske kirmegen ózgeriwshiler teris koeficientke iye bolsa biz optimumǵa erisemiz.

Solay etip tablica boyınsha optimal sheshim $X_1=2/5$; $X_2=9/5$; $Z=17/5$.

Bul tabılǵan sheshimde oń mániske iye bolatıǵın jasalma ózgeriwshiler qatnasıp atırǵan joq, sonliqtan alınǵan sheshim optimal sheshim bolip esaplanadi.

Eger másele jol qoyılǵan sheshimge iye bolmasa, yaǵniy alınǵan sheshimde eń bolmaǵanda bir jasalma ózgeriwshi oń belgi menen qatnassa, onda buni sheshiw ushin eki etaplı usıl qollaniladi.

2.2 Simpleks usıldıń algoritmi.

Biz joqarıda SP máselesin simpleks usıl menen sheshkende ushırasatuǵın birqansha jaǵdaylardı analiz ettik. Endi solardı esapqa alıp, simpleks usıldıń tolıq algoritmin táriypleymiz.

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \text{ minimum} \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i; \quad x_j \geq 0; \quad i = 1, m \quad (2)$$

Shegara shárt kononikalıq formada jazılǵan bolsın. Usı (2) – shi shártti qandayda bir usıl menen x_1, x_2, \dots, x_m lerge qarata sheshemiz

$$x_1 = b_1 - (a_{1m+1}x_{m+1} + a_{1m+2}x_{m+2} + \dots + a_{1n}x_n);$$

$$x_2 = b_2 - (a_{2m+1}x_{m+1} + a_{2m+2}x_{m+2} + \dots + a_{2n}x_n);$$

$$\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (3)$$

$$x_m = b_m - (a_{mm+1}x_{m+1} + a_{mm+2}x_{m+2} + \dots + a_{mn}x_n);$$

Jazıwdı ansatlastırıw ushın (3) – shi sistemadaǵı Bul jerde $b_i \geq 0$; shártleri orınlansın. Maqset funktsiyanı (1) shi hám (3) shiden paydalanıp,

$$Z=C_0-(C_{m+1}x_{m+1} + C_{m+2}x_{m+2} + \dots + C_n x_n); \quad (4)$$

kóriniste jazamız hám bul sızıqlı funktsiyanıń minimumın tabıwımız kerek .

(3) shi sistemanıń shep jaqtaǵı ózgeriwshiler kópligi sızıqlı programmalaştırıw máselesiniń bazısı dep ataladı. Onı

$$B = (x_1, x_2, \dots, x_m, 0, 0, \dots, 0)$$

kórinisinde belgileyemiz. x_1, x_2, \dots, x_m – bazis ózgeriwshiler, $x_{m+1}, x_{m+2}, \dots, x_n$ – erikli ózgeriwshiler. Biz jazıwdı ansatlastırıw ushın (3) –shi hám (4) -shi formulalardaǵı a_{ij}, x_i, C_j ($i=1, 2, \dots, m; j=m+1, m+2, \dots, m+n$) lerdı a_{ij}^l, x_i^l, C_j^l ($i=1, 2, \dots, m; j=m+1, m+2, \dots, m+n$) dep túsingen qolaylı boladı.

Eger $x_{m+1} = x_{m+2} = \dots x_n = 0$ mánisin bersek (3) shiden $x_i = b_i$ ($i= 1, m$) sheshimine iye bolamız. Bul

$$B_1 = \{b_1, b_2, \dots, b_m, 0, 0, \dots, 0\}$$

túrindegi bazis sheshim dep ataladı. Bul sheshim ushın maqset funktsiyanıń mánisi

$$Z(B_1) = C_0 \quad (5)$$

boladı. Bul sheshim shegara shártlerdi qanaatlandıradı.

Bul máselede eki jaǵday payda boladı.

I. (4) – shidegi barlıq c_j^1 ($j=m+1, n$) teris, yaǵnıy $c_j^1 < 0$. Bul jaǵdayda tabılǵan bazis sheshim optimal sheshim bolıp esaplanadı.

Sebebi qandayda bir $c_j^1 < 0$ hám $x_j \geq 0$ ushın $-c_j^1 * x_j \geq 0$ boladı. Demek, $Z = C_0^1 - C_j^1 * x_j \geq C_0^1$ boladı.

II. (4) shidegi C_j^1 ($j=m+1, n$) lar ishinde óń sanlar bar. Máselen $c_j^1 > 0$ bolsın.

Bul jaǵdayda $x_{m+1} = x_{m+2} = \dots x_{j-1} = x_{j+1} = \dots x_n = 0$ al $x_j \geq 0$ dep alıp x_j diń mánisin arttırıp barıw esabınan

$$Z = C_0^1 - C_j^1 * x_j^1$$

mánisin kemiyttirip barıw múmkin. Bul jaǵdayda (3) shiden kelip shıǵatuǵın.

$$x_1 = b_1^1 - a_{1j}^1 * x_j$$

$$x_2 = b_2^1 - a_{2j}^1 * x_j \quad (6)$$

.....

$$x_m = b_m^1 - a_{mj}^1 * x_j$$

Teńlemelerdegi x_1, x_2, \dots, x_m lardıń hesh biri teris bolmawı kerek.

Bul jaǵdaydıń ózinde de eki jaǵday boladı.

a. (6) da a_{kj} ($k=1, m$) sanlardıń hámmeside óń emes $x_j \geq 0$ ushın $-a_{kj} * x_j \geq 0$ bolǵanlıqtan ($k=1, m$)

$$x_k = b_k^1 - a_{kj}^1 * x_j \geq b_k^1 > 0$$

boladı.

Demek, $Z = C_0^1 - C_j^1 * x_j^1$ da $c_j^1 > 0$ hám $x_j \geq 0$ bolǵanlıqtan x_j di sheksiz arttırǵan menen yaǵnıy $x_j \rightarrow \infty$ da $Z \rightarrow +\infty$ dı

Bunnan maqset funktsiya Z minimumǵa erispeytuǵınlıǵı kelip shıǵadı.

b. (6) da a_{kj} ($k=1,m$) lardıń sheshiminde ońları bar. Máselen, $a_{jk}^1 > 0$ bolsın. Bul jaǵdayda $x_k = b_k^1 - a_{kj}^1 * x_j$ ushın x_j ǵa b_k^1 / a_{kj}^1 dan úlken mánis beriwı múmkin emes, eger úlken mánis bersek $x_k < 0$ bolıp qaladı. Bunnan $b_k^1 / a_{kj}^1 \geq 0$ ekenligi málim boladı. Bunday bólsheklerdiń ishinde eń kishkene b_i^1 / a_{ij}^1 shamasın támin etetuǵın a_{ij}^1 sanı sheshiwshi element bolıp qaladı; qısqaılıq ushın $b_i^1 / a_{ij}^1 = p$ dep belgileymiz. (6) daǵı x_j lardı p ǵa shekem arttıra alamız, bolmasa $x_i < 0$ bolıp qaladı. Bul qoyılǵan shártke tuwrı kelmeydi. Eriklii ózgeriwshilerge

$$x_{m+1} = x_{m+2} = \dots x_{j-1} = x_{j+1} = \dots x_n = 0; \quad (7)$$

$$x_j = p$$

Mánislerdi berip, bazislik belgisizlerdi tómendegishe anıqlaymız:

$$x_1 = b_1^1 - a_{1j}^1 * p$$

$$x_2 = b_2^1 - a_{2j}^1 * p$$

..... (8)

$$x_i = b_i^1 - a_{ij}^1 * p$$

.....

$$x_m = b_m^1 - a_{mj}^1 * p$$

Endi tazadan B_2 baziske ótemiz. $B_2 = (x_1, x_2, \dots, x_m, 0, 0, \dots, 0)$

Bul bazislik sheshim (7) hám (8) shiden dúzilgen hám oǵan sáykes $Z(B_2)$ niń mánisi tómendegidey boladı:

$$Z(B_2) = C_0^1 - C_j^1 * p \leq Z(B_1); \quad c_j^1 > 0$$

Endi (3) hám (4) shini taza B_2 baziske sáykeslendirip jazamız. Bunıń ushın (3) shidegi $x_i = i - (a_{im+1}x_{m+1} + a_{ij+2}x_j + \dots + a_{in}x_n)$ teńlemesin x_j ǵa qarata sheshemiz

$$x_j = b_j^1 / a_{ij}^1 - (a_{i,m+1}^1 / a_{ij}^1 + \dots + 1 / a_{ij}^1 x_j + \dots + a_{in}^1 / a_{ij}^1 x_n)$$

hám bul ańlatpanı (3) shiniń qalǵan teńlemelerine aparıp qoyamız. Payda bolǵan taza sistemanı tómendegishe jasaymız:

$$x_1 = b_1^{11} - (a_{1m+1}^{11}x_{m+1} + a_{1m+2}^{11}x_{m+2} + \dots + a_{1i}^{11}x_i + \dots + a_{1n}^{11}x_n)$$

$$x_2 = b_2^{11} - (a_{2m+1}^{11}x_{m+1} + a_{2m+2}^{11}x_{m+2} + \dots + a_{2i}^{11}x_i + \dots + a_{2n}^{11}x_n)$$

..... (9)

$$x_j = b_j^{11} - (a_{jm+1}^{11}x_{m+1} + a_{jm+2}^{11}x_{m+2} + \dots + a_{ji}^{11}x_i + \dots + a_{jn}^{11}x_n)$$

.....

$$x_m = b_m^{11} - (a_{mm+1}^{11}x_{m+1} + a_{mm+2}^{11}x_{m+2} + \dots + a_{mi}^{11}x_i + \dots + a_{mn}^{11}x_n)$$

Bul bazistiń ańlatpaların (4) shige qoyıp onı tómendegi kóriniske keltiremiz:

$$Z = c_0^{11} - (c_{m+1}^{11}x_{m+1} + c_{m+2}^{11}x_{m+2} + \dots + c_i^{11}x_i + \dots + a_n^{11}x_n) \quad (10)$$

Usınıń menen esaplaw protsessiniń birinshi basqıshın juwmaqlaymız.

Kiyingi basqısh jáne usı 1 shi basqıshtı, yaǵnıy (10) hám (9) shıǵa baylanıslı 1,2 jaǵdaydaǵı onnan kiyin 2a hám 2b jaǵdaylardı tákrarlawdan ibarat boladı.

Solay etip simpleks usıl tómendegi protsessti ańlatadı:

1. Shegaralawshı teńlemeler sisteması (2) ni (3) shi kóriniske, maqset funktsiya (1) di (4) shi kóriniske keltiremiz.
2. Eger (4) hám $c_{m+1}^1 + c_{m+2}^1, \dots, c_n^1$ koeffitsentlerdiń hámmesi teris bolsa, B_1 bazistiń $\{b_1^1, b_2^1, \dots, b_m, 0, 0, \dots, 0\}$ sheshimi optimal bolıp, bul sheshim $Z(B_1) = C_0^1 \rightarrow \min$ boladı.
3. (4) shide $c_{m+1}^1 + c_{m+2}^1, \dots, c_n^1$ lar $c_j^1 > 0$ bolsın desek $x_{m+1} = x_{m+2} = \dots = x_{j-1} = x_{j+1} = \dots = x_n = 0, x_j > 0$ mánislerde (3) shi sistema (6) kórinisti aladı. Eger (6) da barlıq a_{kj} ($k=1, m$) koeffitsentler óń bolmasa (teris bolsa) min Z ke erise almaymız.
4. (6) daǵı a_{kj} ($k=1, m$) koeffitsentleriniń ishinde óń mániske iye koeffitsentler bar. Meyli, $a_{rj} > 0$ bolsın onda b_{rj}^1/a_{rj}^1 sanlarınıń ishinen eń kishisin tańlap alamız. Meyli ol b_i^1/a_{ij}^1 bolsın. (3) shi sistemanıń i - shi qatarın x_j ǵa qarata sheship, (x_j di anıqlap) (3) shi sistemanı taza $B_2 = \{x_1, x_2, \dots, x_i, x_m, 0, 0, \dots, 0\}$ basis sheshimge baylanisli jazıp, (9)- shi sistemasnı jaratamız. Maqset funktsiya (4)- shini bolsa (10)- shi kóriniste anıqlaymız. Endi taza belgisizler $\{x_1, x_2, \dots, x_{j-1}, x_i, x_{j+1}, x_n\}$ lerdin ibarat boladı. Joqaridaǵı bayan etilgen process (10) hám (9)- shi ǵa salıstırǵanda jáne tákrarlanadı.

$$\text{Ms: } \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 19 \\ 2x_1 + x_2 + x_4 = 13 \\ 3x_2 + x_5 = 15 \\ 3x_1 + x_6 = 18 \end{cases} \quad (11)$$

Sistemasınıń óń sheshimleri arasınan

$$Z = -7x_1 - 5x_2 \quad (12)$$

Funktsiyasına minimum beriwshi sheshimdi tabıń. SHeshiliwi (11)- shini x_3, x_4, x_5, x_6 larǵa qarata sheshemiz

$$\begin{cases} x_3 = 19 - 2x_1 - 3x_2 \\ x_4 = 13 - 2x_1 - x_2 \\ x_5 = 15 - 3x_2 \\ x_6 = 18 - 3x_1 \end{cases} \quad (13)$$

Bul jerde: x_3, x_4, x_5, x_6 basis, x_1, x_2 azat belgisizler; $x_1 = x_2 = 0$ bolıǵanda

$$x_3 = 19, x_4 = 13, x_5 = 15, x_6 = 18$$

Solay etip $B_1 = (0, 0, 19, 13, 15, 18)$. Maqset funktsiyanıń bul sheshimge sáykes mánisi

$$Z = -7 \cdot 0 - 5 \cdot 0 = 0$$

(12)- shige qarasań x_1 hám x_2 ni arttırsaq funktsiyanıń mánisi azayadı, bizge minimum mánis kerek.

Jáne (12)-shiden $-5x_2$ ge qaraǵanda $-7x_1$ ge mánis bersek funktsiya tezirek kemeydi. Sonlıqtan $x_2 = 0, x_1 > 0$ dep qabıl etemiz.

(13)-shidegi x_1 diń koeffitsientlerine dıqqat awdarsaq solardıń ishinen b_i/a_{i1} diń eń kishkenesin alamız

$$(b_i/a_{i1}) = \min\left(\frac{19}{2}; \frac{13}{2}; \frac{18}{3}\right) = \frac{18}{3} = 6$$

Demek $x_2=0$, $x_1=6$ mánisin beremiz. Olay bolsa x_6 bazisten shıǵadı al anıń ornına x_1 keledi, yaǵnıy $x_3 > 0$; $x_4 > 0$; $x_5 > 0$; $x_6 = 0$ boladı

Endi (13)-shi sistemadan

$$3x_1 = 18 - x_6; \quad x_1 = 6 - \frac{1}{3}x_6$$

Bunı basqa teńlemelerge aparıp qoysaq

$$\begin{cases} x_3 = 19 - 2\left(6 - \frac{1}{3}x_6\right) - 3x_2 = 7 + \frac{2}{3}x_6 - 3x_2 \\ x_4 = 13 - 2\left(6 - \frac{1}{3}x_6\right) - x_2 = 1 + \frac{2}{3}x_6 - x_2 \\ x_5 = 15 - 3x_2 \\ x_1 = 6 - \frac{1}{3}x_6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 = 6 - \frac{1}{3}x_6 \\ x_3 = 7 + \frac{2}{3}x_6 - 3x_2 \\ x_4 = 1 + \frac{2}{3}x_6 - x_2 \\ x_5 = 15 - 3x_2 \end{cases} \quad (14)$$

(12)-shiniń buǵan sáykes kelmeytuǵın ańlatpası

$$z = -7\left(6 - \frac{1}{3}x_6\right) - 5x_2 = -42 + \frac{7}{3}x_6 - 5x_2$$

$$Z = -42 + \frac{7}{3}x_6 - 5x_2 \quad (15)$$

boladı,

bunnan

$$x_0=x_2=0$$

bolǵanda

$$b_2 = (6; 0; 7; 1; 15; 0)$$

$$z(b_2) = -42$$

(15)-shiden x_2 -ni arttırsaq z kemeyedi, al $x_6=0$; $x_2=1$; dep alamız.

Endi tómendegi sistemanı qabıl etemiz.

$$\begin{cases} x_1 = 6 - \frac{1}{3}x_6 \\ x_2 = 7 + \frac{2}{3}x_6 - 3x_4 \\ x_4 = 1 + \frac{2}{3}x_6 - x_2 \\ x_5 = 15 - 3x_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 6 - \frac{1}{3}x_6 \\ x_2 = 1 + \frac{2}{3}x_6 - x_4 \\ x_3 = 4 - \frac{4}{3}x_6 - 3x_4 \\ x_5 = 12 - 2x_6 + 3x_4 \end{cases}$$

X_2 -niń mánisin maqset funkciyaǵa aparıp qoysaq

$$z = -42 + \frac{7}{3}x_6 - 5\left(1 + \frac{2}{3}x_6 - x_4\right) = -42 + \frac{7}{3}x_6 - 5 - \frac{10}{3}x_6 + 5x_4$$

$$= -47 + 5x_4 - x_6;$$

$$z = -47 + 5x_4 - x_6;$$

$$b_3 = (6, 1, 4, 0, 12, 0); \quad z = -47;$$

(17)-shini jáne kemeytiriwge boladı, sebebi x_6 -niń koefficiyenti teris

$$(16)-shıdan $\min\left(6:\frac{1}{3}; 4:\frac{4}{3}; 12:2\right) = \min(18, 3, 6) = 3$ demek $x_6 = 3$ dep$$

alıp x_6 nı baziske kirgizemiz

$$\begin{cases} x_1 = 6 - \frac{1}{3}x_6 \\ x_2 = 1 + \frac{2}{3}x_6 - x_4 \\ x_3 = 3 - \frac{3}{4}x_3 + \frac{9}{4}x_4 \\ x_5 = 12 - 2x_6 + 3x_4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 6 - \frac{1}{3}\left(3 - \frac{3}{4}x_3 + \frac{9}{4}x_4\right) \\ x_2 = 1 + \frac{2}{3}\left(3 - \frac{3}{4}x_3 + \frac{9}{4}x_4\right) \\ x_3 = 3 - \frac{3}{4}x_3 + \frac{9}{4}x_4 \\ x_5 = 12 - 2\left(3 - \frac{3}{4}x_3 + \frac{9}{4}x_4\right) + 3x_4 \end{cases} \rightarrow$$

$$x_6 = 3 - \frac{3}{4}x_3 + \frac{9}{4}x_4$$

Buni (17) shige aparıp qoysaq

$$z = -47 + 5x_4 - x_6 = -47 + 5x_4 - \left(3 - \frac{3}{4}x_3 + \frac{9}{4}x_4\right)$$

$$= -47 + 5x_4 - 3 + \frac{3}{4}x_3 - \frac{9}{4}x_4 = -50 + \frac{3}{4}x_3 + \frac{1}{4}x_4;$$

$$z = -50 + \frac{3}{4}x_3 + \frac{1}{4}x_4$$

$x_3 = x_4 = 0$ bolǵanda $b_4 = (5; 3; 0; 0; 6; 3)$ yaǵnıy $z(b_4) = -50$ boladı

(18)- shide x_3 hám x_4 -tiń koefficiyentleri óń sanlar bolǵanı ushın, onı endi kemeytip bolmaydı, yaǵnıy x_3 hám x_4 -ke mánis Bergen menen z kemeymeydi. Demek $z(b_4) = -50$ optimal sheshim boladı. Xaǵıyqatında da

$$z(b_1) > z(b_2) > z(b_3) > z(b_4) = -50$$

Endi joqarıdaǵı algoritm túsiniqli bolıwı ushın júdá ápiwayı mısaldı talqılayıq.

$$\text{Mıs. } \begin{cases} x_1 \leq 4 \\ x_2 \leq 3 \\ x_1 + x_2 \leq 5 \end{cases} \quad x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0$$

$$z = 2x_1 + 5x_2 \Rightarrow \max$$

Analizlew ushın tómendegi tablicanı toltramız

X_1	X_2	$X_1 + X_2$	$2X_1 + 5X_2$
-------	-------	-------------	---------------

0	0 1 2 3	0 1 2 3	0 5 10 15
1	0 1 2 3	1 2 3 4	2 7 12 17
2	0 1 2 3	2 3 4 5	4 9 14 19
3	0 1 2	3 4 5	6 11 16
4	0 1	4 5	8 9

Bunı endi joqarıdağı algoritmdı túsingen adam ózi talqılasa boladı.

2.3 Kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha ilimiy-metodikalıq pikirler.

Házirgi uaqıtta kompyuterli modellestiriw texnologiyası boyınsha ilimpazlardıń hárqıylı pikirleri baspada járiyalanbaqta. Usı paragrafta jariyalanğan pikirlerdi ulıwmalastırıwǵa háreket etemiz.

Ilim izertlew nátiyjeleri boyınsha kompyuterli modellestiriw texnologiyası tómendegi proceduralardan turadı: konseptual modeldi jaratıw; dáslepki maǵlıwmatlardı tayarlaw; matematikalıq modeldi islep shıǵıw; modellestiriw usılların tańlaw; modellestiriw quralların tańlaw; modeldiń adekvatlıǵın

tekseriw hám sazlaw; model járdeminde tájiriýbelerdi analizlew; modellestiriw nátiýjelerin analizlew. Usı proceduralarǵa toqtap ótemiz.

Ta'riyp hám orentaciya (móljel) modeldi óndirisde xarakteristikalaydı. SHártli túrde to'mendegi ierarxiyada bo'lıwı múmkin: konseptual, matematikalıq hám programmalıq modeler. Kompiuterli modellestiriw izbe-izligine birme-bir toqtap ótemiz.

1. Konseptual (mazmunlı) model - abstrakt model bolıp, sistemanıń quramın hám strukturasını, elementler qásiyetin hám sebep - saldar baylanısıwların anıqlaydı. Konseptual modelde ádetde sóz benen izertlew alıp barılıp sistemanıń elementar hádiyseleri haqqında xabarlar beriledi. Bunnan tısqari elementar hádiyseler arasındaǵı óz-ara tásir túri hám dárejesi, hár bir elementar hádiyseniń processdegi ornı hám áhmiyeti xarakterlenedi.

Dáslep konseptual model izertlewshiniń sanasında payda boladı. Model modellestiriw maqsetine sáykes túrde sistemanı belgili qásiyetlerin anıqlawǵa qaratılǵan boladı. Bul process orentaciya dep ataladı. Izertlewshiniń sistemasında qıyalıy kesimde ózin qızıqtırǵan qásiyetler tariyplenedi. Konseptual modeldi islep shıǵıw sisteması tereń biliwdi talap etedi, sebebi modelde qatnasatuǵın hám modellestiriw nátiýjelerine áhmiyetli tásir etpeytuǵın parametrleri tańlap alınadı. Modeldi jaratıwda tiykarǵı máselelerden biri bul modeldiń ápiwayılıǵı hám adekvatlıǵı ortasında kompromissti anıqlaw bolıp tabıladı. Kompromiss sheshimin tabıwdıń formal usılları joq. Bul mashqala tiykarınan izertlewshiniń sisteması haqqındaǵı bilimlerine, esaplaw baxalarına, tájiriýbesine baylanıslı. Sol sebepli modellestiriw tek ilim bolıp ǵana qalmastan, kórkem óner de bolıp tabıladı. Móljellenbegen modeldi dúziwde kóbinese paydalı hám sırtqı ortalıqdıń tásirleri anıqlanadı.

Stratifikaciya (bóleklerge bóliw). Konseptual modeldi jaratıwdaǵı keyingi qádem modeldi detallastırıw boyınsha tańlaw bolıp esaplanadı. Bizge belgili, hár qanday sistema, atap aytqanda esaplaw sistemaları – bul kóplegen elementler birliǵi bolıp tabıladı. Hár bir sistemanıń qásiyetlerinen biri onıń kishi bóleklerge bóliniwi bolıp tabıladı. Sol sebepli sistemalar bólimler (elementler) kompleksi formasında suwretlenedi. Bul komplekske sistemanı pútinligine saqlap qalıwshı hámme bólekler kiritiledi. Qandayda bir elementti modelden shıǵarıp taslaw sistemanıń tiykarǵı qásiyetleriniń joǵalıwına alıp kelmewi kerek. Ekinshi tárepeden sistemanı hár bir bólegi bir neshe elementler kompleksinen ibarat boladı, jáne bul bólekler mayda elementlerge bólinedi. Sonı esapqa alǵan halda detallastırıw baǵanasın tańlaw mashqalası modellerdiń iyerarxik izbe-izligin tańlap sheshimdi tabıw múmkin. Hár bir baǵanada sistemanıń xarakterli qásiyetleri, ózgeriwshiler, principieler hám baylanıslar bar bolıp, bular járdeminde sistema háreketi jazıladı.

Detallastırıw baǵanalari startlar dep ataladı, baǵanalardi ajıratıw bolsa stratifikaciya dep ataladı. Startlardı tańlaw modellestiriw maqsetinde hám elementlerdiń qásiyetlerin aldınnan biliw dárejesine baylanıslı. Qandayda bir bir sistema ushın hár qıylı startlar isletiliwi múmkin. Ádetde modelge tek detallastırıwdıń bir baǵana elementleri isletiledi. Geypara jaǵdaylarda modelde hár qıylı start elementleri de qatnasıwı múmkin. Eger bazı elementlerde

ulıwmalıq sistema (funkcional) qásiyetleri haqqında kem maǵlıwmat bolsa, yamasa olardı usınıs etiw qıyın bolsa, bunday jaǵdaylarda hár bir element ushın modelde tómenǵı startdan onıń detallastırılǵan usınısları kiritiliwi múmkin, yaǵnıy (K-1) startdan. Bul tómenǵı baǵana elementlerin de bóleklerge bóliw hám olardı (K-2) start baǵana elementleri xarakteristikaları menen almastırıw múmkin.

Mólsherlengen hám stratifikacijalangan konceptual modeldi dúziwde tómendegi kórsetpeden paydalanıw múmkin. Modelge sistemanıń hámme parametrleri kiritiliwi kerek, birinshi náwbette bul parametrler modellestiriw processinde varyacijalaw menen izertlewshini qızıqtırıwshı xarakteristikaların konkret sırtqı ortalıq tásirlerinde berilgen T waqıt intervalında anıqlaw múmkinshiligin bersin. Qalǵan parametrlerdı (ózgeriwshilerdi) modelden óshirip taslaw kerek.

Detallastırıw. Hár qanday sistemanı islewdi zat, janılǵı yamasa informacijanı ózgeritiriw procesin orınlaw h.t.b. kórinisinde sáwlelendiriw múmkin. Hár bir process elementar ámeller izbe-izliginen dúziledi. Hár bir elementar ámeldiń orınlanıwı anıq rezerv (resurs)- element penen támiyinlenedi. Sol sebepli modelde barlıq texnologiyalıq processlerdi ońlawshı hámme elementler qatnasıwı zárúr. Bunnan tisqari modelge rezervlerdi basqarıw ushın hám ózgeritirilip atırǵan ob'ektlerdi saqlaw ushın zárúr bolǵan elementlerdi de kirgiziw múmkin. Bunday qaǵıydlardıń isletiliwi ushın elementar ámeller túsiniǵin anıqlaw talap etiledi.

Lokallastırıw. Konceptual modeldi jaratıwdıń keyingi qádemi - lokallastırıw, yaǵnıy sırtqı ortalıqtı sırtqı tásirler generatorı formasında súwretlewden ibarat. Bunday generatorlar model quramına element sıpatında kiritiledi. Zárúr bolǵanda olar sistemanıń kirisine dáslepki obektlerdi zat (shiyki zat, yarım fabrikatlar, komplekt bólimler) janılǵı, energiya yamasa informacijalıq sistemalar ushın maǵlıwmatlar generatorlarǵa differencionallanadı. Bunnan tisqari toltırıwshı (támiyinleytuǵın) ob'ektler hám energiya generatorları, basqarıwshı hám unamsız tásir generatorları da ámelde boladı. Unamsız tásir generatorları sistemanıń normal islew procesin buzadı. Sistemanı shıǵıs tásirlerin qabıl etiwshı modelge kiritilmeydi. Sistemanıń islew nátiyjeleri, yaǵnıy tiykarǵı ózgeritiriletuǵın ónimler, qosımsha ónim hám shıǵındılar, sistemanıń awhali haqqındaǵı informaciya hám sırtqı sistemalarǵa bolatuǵın basqarıw tásirleri, sırtqı ortalıq tárepinen tolıq hám tınımsız esapqa alınadı.

Modeldi strukturasınıń dúziw elementler arasındaǵı óz-ara baylanıslardı kórsetiw (ańlatıw) menen tamamlanadı. Baylanıs materiallıq hám informacijalıq kórinislerge (túrlerge) bólinedi. Materiallıq baylanıslar ózgeritirilip atırǵan ónimdi bir elementten ekinshi elementke múmkin bolǵan ótiw jolların sáwlelendiredi. Informacijalıq baylanıslar bolsa elementler arasındaǵı basqarıw hám jaǵdaylar haqqındaǵı informacijanı uzatıwdı támiyinleydi. Sonı aytıp ótiw kerek, materiallıq hám informacijalıq baylanıslar sistemasında qandayda bir bir materiallıq baylanıs kanalı menen sáwlelendiriw shárt emes. Ápiwayı sistemalarda bir funkciyalı elementlerden ibarat, yaǵnıy birden artıq bolmaǵan materiyalıq baylanısqa iye bolǵan sistemalarda informaciya baylanısları ámelde bolmayı da múmkin. Bunday sistemalarda islew procesin basqarıw onıń strukturasını menen anıqlanadı, yaǵnıy olarda basqarıw strukturalı basqarıw principi menen ámelge asırıladı.

Bunday sistemalarğa mısál sıpatında logika elementleri hám analog esaplaw mashinalardı keltiriw múmkin.

2. Dáslepki maǵlıwmatlardı toplaw. Konceptual modeldi jaratıwda ob'ektin hám sırtqı ortalıqtıń tásirleri: sapa (funkcional) hám sanlı parametrleri anıqlanadı. Sanlı parametrler ushın modellestiriwde dáslepki maǵlıwmatlar sıpatında paydalanıwshı parametrlerdiń anıq baxaların anıqlaw zárúr. Bul kóp miynet talap etiwshi hám juwapkershilikli basqısh. Bul modellestiriwdiń nátiyjelerine úlken tásir etedi. Bizge belgili, modellestiriw nátiyjeleriniń isenimliliǵı hám anıqlıǵı dáslepki maǵlıwmatlardı anıqlawǵa hám olardıń tolıqlıǵına baylanıslı. Konceptual modeldiń baslanǵısh basqıshlarında kóbinese modelge anıq kiretuǵın parametrler anıqlanadı. Bul parametrler boyınsha dáslepki maǵlıwmatlardı toplaw (jıynaw) konceptual modeldi islep shıǵıw menen parallel alıp barılıwı múmkin. Konceptual modeldi anıqlastırıwda qalǵan parametrler de tabıladı. Dáslepki maǵlıwmatlardı toplaw tómendegi sebepler boyınsha quramalasadı.

Birinshiden parametrlerdiń ma`nisleri tek determinli bolıp ǵana qalmay, bálki stoxastik xarakterge iye bolıwı múmkin.

Ekinshiden, hámme parametrler stacionar bola bermeydi. Ásirese bul sırtqı ortalıq tásirine tiyisli bolıp tabıladı.

Úshinshiden, kóplegen jaǵdaylarda ámelde bolmaǵan (proektlestirilip atırǵan, modernizaciya qılınıp atırǵan) sistemalar yamasa jańa sharayatlarda isleytuǵın sistemalardı modellestiriw haqqında talap qoyıladı.

Parametrlerdiń úlken bólegi - bul tábiyat boyınsha tosınnanlı shamalar bolıp tabıladı. Biraq ápiwayılastırıw maqsetinde olar determinlenedi. Bunday etiwge boladı eger tosınnanlı shama úlken bolmaǵan qátelerge iye bolsa, yamasa modellestiriw maqsetine ortasha baxalar boyınsha erisiw múmkin bolsa.

Modeldi jaratıwda ayrıqsha jaǵday, bul determinlengen parametrlerdi tosınnanlı shamalar menen súwretlew múmkin. Bul tiykarınan sistema elementlerin yamasa sırtqı tásirlerdiń elementlerin integraciyalaw menen model ólshemlerin kemeytiw ushın isletiledi.

Bólistirilw nızamlıǵın tańlaw. Tosınnanlı parametrler ushın statistikalıq toplaw jáne onı qayta islew shólkemlestiriledi. Qayta islew processinde parametrdi qandayda bir teoriyalıq bólistiriliw nızamı menen súwretlew múmkinshiligi jaratıladı (anıqlanadı). Bunnan maqset sistemaniń tiykarǵı parametrlerin belgili bir bólistiriliw nızamlıqlarında anotomik modeldi jaratıw múmkinshiligi payda boladı, imitaciyalıq modellestiriwde bolsa bólistiriliw nızamlıǵın (kórinisin) hám statistikalıq xarakteristikaların beriw tosınnanlı shamani keste kóriniste beriwden kóre nátiyjeli bolıp tabıladı. Bólistiriliw nızamlıǵı kórinisin tańlaw procedurası tómendegilerden ibarat: Parametrdiń sanlı baxaları kompleksi boyınsha salıstırǵanda chastotalar gistogramması – bólistiriliwdin empiric tıǵızlıǵı dúziledi. Gistogramma jumsaq iymek sızıq penen approksimaciyanadı. Payda etilgen iymek sızıq hár qıylı teoriyalıq bólistiriliw nızamları, tıǵızlıqları, iymek sızıqları menen izbe-iz salıstırıladı. Salıstırıw nátiyjesinde qandayda bir mániste eń jaqsı bolǵan (ústpe- üst túsken) bólistiriliw nızamı saylanadı. Empirik baxaları boyınsha bul bólistiriliw nızamınıń

parametrleri esaplanadı. Keyininen empirik teoriyalıq bólistiriliwdiń sáykes túsiw dárejesin sanlı baxalawdı ol yamasa bul sáykeslik kriteriyasi, mısalı, Pirson (xi-kvadrat, Kolmogorof, Smirnov, Fisher yamasa St'yuden) kórsetkishleri menen baxalanadı. Bólistiriliw nızamlarınıń kórinisin tańlaw matematikalıq statistikada tolıq islep shıǵılǵan.

Funkciyalardı approkcimaciyalaw. Sistemanıń hár bir elementi ushın kiriw parametrleri menen shıǵıw xarakteristikaları arasında funkcionál baylanısıw bar bolıp tabıladı. Geypara elementler ushın funkcionál baylanısıw belgili boladı, al bazı elementler ushın bolsa islew tábiyatınan anıqlaw múmkin. Biraq geypara elementler ushın bolsa parametrlardıń hár qıylı baxalarında shıǵıw xarakteristikalarınıń sanlı baxaların tájiriybe kompleksinde alıw múmkin. Bunday jaǵdaylarda funkcionál baylanısıw xakteri haqqında qandayda bir gipotezanı aldığa súriw múmkin, yaǵnıy onı belgili bir matematikalıq teńleme menen approkcimaciyalaw múmkin. Jıynalǵan tájiriybe maǵlıwmatları tiykarında eki hám onnan artıq ózgeriwshiler arasındaqı matematikalıq baylanısıwlardı tabıw regressiya, korrelyaciya hám dispercion analiz tiykarında ámelge asırıladı. Qandayda bir elementti xarakteristikalaw ushın teńleme kórinisin izertlewshi ózi anıqlaydı. Eger ózgeriwshiler sanı ekew bolsa tájiriybe noqatların jaylastırıwǵa qaray grafiklerdi salıstırıw nátiyjeleri menen ápiwayı túrde anıqlanadı. Keń tarqalǵan approksimaciya etiwshi funkciyalar sıpatında mısalı, tuwrı sızıq, giperbola, eksponenta hám t.b. alınıwı múmkin. Keyininen regressiya analizi usılları menen tańlap alınǵan regressiya teńlemesiniń konstantaları (koeficientleri) esaplanadı.

Tańlap alınǵan konstantalar sonday tańlanadı, nátiyjede tańlap alınǵan teoriyalıq tuwrı sızıq tájiriybe maǵlıwmatlarına qandayda bir mániste eń jaqsı jaqınlasıwı kerek. Kóbinese tájiriybe hám teoriyalıq iymek sızıqlardıń jaqınlasıwı kishi kvadratlar kriteriyasi boyınsha baxalanadı. Tańlap alınǵan baylanısıw tájiriybe maǵlıwmatları menen sáykes keliwin anıqlawda korrelyacion analiz usıllarınan paydalanıladı. Korrelyaciya koefficienti 0 den 1 ge shekemgi baxalardı qabıl etedi, eger korrelyaciya bar bolmasa 0 ge teń, al eger hámme tájiriybe noqatları iymek sızıqta jatca 1 ge teń bolıp tabıladı.

Gipotezalardı aldığa súriw. Keleshekтеgi sistemanıń jańa elementlerin sáwlelendiriwshi yamasa islew shártlerin ańlatıwshı elementlerdiń parametrleri haqqında anıq maǵlıwmatlardı jıynaw (toplaw) múmkinshiligi bolmawı múmkin. Bunday parametrler ushın olardıń múmkin bolǵan baxaları boyınsha gipotezalar aldığa súriledi. Bunda gipotezalardı ekspert qánigeler aldığa súrgenlikleri úlken áhmiyetke iye bolıp esaplanadı. Sebebi olar jaratılıp atırǵan sistemanı jaqsı pikirde sawlelendire aladı yamasa sistemaǵa tásir yetip atırǵan sırtqı tásirlerdi biledi. Qániygeler toparınan alınǵan xabarlar úlken jetiskenliklerge alıp keliwi múmkin. Bunday jaǵdaylarda subektivlik dárejesin ádewir kemeytiw múmkin hám ámeliyatta keń qollanılatuǵın ekspertlerdi baxalaw usıllarınan paydalanıw múmkin. Bunday jumıslardı orınlawda ámeldegi bolǵan sistemalardı yamasa uqsaw sistemalardı islew processi nátiyjelerinde qosımsha maǵlıwmatlardı tabıw múmkin. Dáslepki maǵlıwmatlardı jıynaw, qayta islew olardı tómendegi klasslarǵa bóliw menen juwmaqlanadı: sırtqı hám ishki, ózgermeytuǵın hám ózgeriwshi,

uzliksiz hám diskret, sızıqlı hám sızıqlı emes, stacionar hám stacionar bolmaǵan, determinli hám statistikalıq. Sanlı parametrli ózgeriwshiler ushın izertlewshi modellestiriw processinde variaciya etiw ushın olardı baxaları ózgeriwi múmkin bolǵan shegaralardı anıqlaw hám diskret ózgeriwshilerdi bolsa qabıllaw múmkin bolǵan baxaları tabıladı.

3. Matematikalıq modeldi islep shıǵıw.

Konceptual model hám dáslepki maǵlıwmatlar matematikalıq modeldi islep shıǵıw ushın tiykar boladı. Matematikalıq modeldi islep shıǵıwdan maqset ekew.

Birinshi sistemanıń strukturasını hám islew procesin olardı bir mánisli túsiniwdi (forması jaqtan) xarakteristikallaw ushın.

Ekinshi, sistemanı analitik izertlew ushın hám islew procesin analizlew ushın.

Matematikalıq modellerdi jaratıwdıń ulıwma birden-bir metodikası joq. Sebebi sistemalardıń túrleri hár qıylı boladı.

Sistemalar tómendegi túrlerge bólinedi: statikalıq hám dinamikalıq; strukturalı yamasa programmalıq basqarılatuǵın; ózgermeytuǵın yamasa ózgeriwshi strukturalı; ózgermeytuǵın (joskiy) yamasa almastırılatsuǵın (gibkiy) programmalıq basqarılatuǵın.

Kiriw tásirleri hám ishki jaǵdaylarınıń xarakteri boyınsha tómendegi túrlerge bólinedi: Úzliksiz hám úzilisli, sızıqlı hám sızıqlı emes, stacionar hám stacionar emes, determinli hám stoxastik.

Sistemalardı belgili bir sıpatları ushın formal sxemalar hám matematikalıq usıllar islep shıǵılǵan. Bul sxemalar járdeminde sistemalardıń islew procesin jazıw múmkin, geypara jaǵdaylarda bolsa analitik nátiyjeni ámelde qollanıwdı júzege asırıw múmkin. Sistemalardıń islew processinein formal quralları sıpatında belgili bir tiller hám imitaciyalıq modellestiriw sistemaları misal bola aladı. Bularǵa tómendegilar kiredi:

1. Agregativ sistemalar;
2. Bólek - sızıqlı agregatlar;
3. Stoxastik tarmaqlar;
4. Massalıq xızmet kórsetiw sisteması;
5. Úzliksiz determinlik sistemalar;
6. Avtomatlar;

4. Modellestiriw usılın tańlaw. Analitik modeler. Islep shıǵılǵan sistemanıń islew procesinde matematikalıq modeldi ámelde qollanıw hár qıylı usıllar menen ámelge asırıw múmkin (analitik yamasa imitaciyalıq). Analiz etiwdiń analitik usılları járdeminde modeldi tolıq izertlew múmkin. Geypara jaǵdaylarda analitik modeldiń bar ekenligi optimallastırıwdıń matematikalıq usıllarınan paydalanıw imkániyatın beredi. Analitik usıllardı paydalanıw ushın matematikalıq modeldi sonday analitik baylanısıwlar kórinisine keltiriw kerek, bunda sistema parametrleri hám sırtqı tásirler menen onıń xarakteristikaları arasındaǵı baylanısıw anıq analitik baylanısıw kórinisinde bolıwı kerek. Biraq bul júdá ápiwayı sistemalar ushın islep shıǵılıwı múmkin. Analitik usıllardıń quramalı sistemalarǵa qollanıwı ushın uyǵarıwshılıq hám anıqsızlıq dárejesi joqarı bolıwı kerek. Sol sebepli analitikalıq usıllar sistemanı dáslepki qopal baxalaw

processinde isletiledi. Sebebi bunda sistemanıń anıq modeli ushın informaciya jetispewshiligi bolıwı múmkin. Kóplegen jaǵdaylarda quramalı sistemalardaǵı parallel processlerdi analiz etiw ushın paydalanıw múmkin. Geypara analitik modellerde belgili bolǵan matematikalıq usıllar menen analitik sheshim alıw múmkinshiligi bolmaydı. Olardı izertlew ushın sanlı usıllardan paydalanıw múmkin. Bunday usıllar matematikalıq modeldi teńlemeler sisteması kórinisinde kórsetilgen sistemalarǵa qollanıwı múmkin hám olardı sheshiw sanlı usıllar menen ámelge asırıwı múmkin. Sanlı usıllardıń isletiliwi tiykarınan operativ esaplaw sistemaları tiykarında ámelge asırıwı úlken nátiyje beredi.

Imitaciyalıq usıllar. Imitaciyalıq modellestiriw sistemalarda izertlewdiń universal usılı bolıp, olardıń islew xarakteristikaların sanlı baxalaw imkaniyatın beredi. Imitaciyalıq modellestiriwde sistema –originaldıń dinamikalıq processleri abstrakt modeldegi imitaciya qılınıp atırǵan processler menen almasırladı. Biraq bul almasırwdaǵı ayırım ámeller (operaciyalar) uzınlıǵı hám waqıt izbe-izlikleri arasındǵı qatnaslar sistema originalındaǵı qatnaslarǵa sáykes keliwi kerek. Sol sebepli imitaciyalıq modellestiriw usılı algoritmik yamasa operacion modellestiriw dep atalıwı múmkin. Imitaciya etiw processinde (original menen tájiriybe ótkeriw sıyaqlı) ayırım hádiyselerdi hám jaǵdaylardı yamasa shıǵıw tásirlerin ólshew menen sistemanıń islew xarakteristikalarınıń sapasın anıqlaw imkaniyatın beredi.

Imitaciya modellestiriw sistemasında bolıp atırǵan processlerdi ámeliy qálegen hár qanday detallastırıw prosesinde úyreniw hám izertlew imkaniyatın beredi. Esaplaw texnikasınıń múmkinshiliklerinen paydalanılıp, imitaciyalıq modelde sistemanıń hár qanday basqarıw algoritmin jáne onıń islewin sınap kóriw múmkin. Analitikalıq usılda izertlewshi modellerde imitaciyalıq usıllar járdeminde analiz etiliwi múmkin. Bunıń nátiyjesinde modellestiriwde imitaciyalıq usıllar quramalı sistemalardı izertlewdiń tiykarǵı usıllarınıń biri ekenligi bolıp qalmaqta.

5. Modellestiriw qurallarını tańlaw. Modellestiriw usılı tańlanǵannan keyin esaplaw texnikası járdeminde modeldi izertlew ushın texnikalıq hám programmalıq qurallar tańlanadı. Programmalıq qurallar sıpatında proceduraǵa mólsherlengen algoritmik tiller, mashqalaǵa- mólsherlengen tiller yamasa modellestiriwshi avtomatlastırılǵan sistemalardan paydalanıw múmkin. Modellerdi izertlew ushın universal yamasa qánigelestirilgen esaplaw sistemalarınan paydalanıw múmkin. Universal esaplaw sistemaları járdeminde analitikalıq modellestiriwde ámelge asırıw ushın texnikalıq qurallarǵa úlken talaplar qoyılmaydı. Imitaciyalıq modellestiriwde paydalanılatuǵın universal esaplaw sistemalarına qoyılatuǵın tiykarǵı talaplar bul úlken kólemdegi operativ yad bolıp tabıladı. Sebebi modeled tájiriybe ótkeriwde mudamı element parametrleri almasıp, olarǵa izbe-iz qatnas jasaladı. Sol sebepli olardıń hámmesi operativ yadta saqlanıwı múmkin. Hár bir model tájiriybe ushın statikalıq modellestiriwde belgili mashina waqtın iyeleydi, sonlıqtan modellestiriw procesi ushın joqarı ónimdarlıqqa bolǵan esaplaw texnikasınan paydalanıw kerek.

Algoritmlik tiller. Programmaliq modeller jaratıw ushın joqarı dárejeli universal proceduraǵa mólsherlengen algoritmlik tiller, misalı Pascal, Delphi, C++, Java hám basqalardan paydalanıw múmkin. Sonıda aytıw kerek, esaplaw sistemaların imitaciyalıq modellestiriw ushın programmalastırıwda algoritmlik tillerden paydalanıladı. Ulıwmalıq maqsetke mólsherlengen tillerde imitaciyalıq modellerdi jaratıwda maǵlıwmatlardı qayta islew máselelerindeki programmalastırıwǵa tán bolmaǵan bir qatar qıyınshılıqlarǵa dus kelemiz. Bul qıyınshılıqlar imitaciyalıq modellestiriwde algoritmlarǵa tán bolǵan eki qásiyet sebep bolıp tabıladı.

Birinshi qásiyet sonnan ibarat, quramalı sistemalarda háreket etiwshi algoritmlar, parallel algoritmlardan ibarat, hár bir waqıt minutında birden artıq ózgerislerler ámelge asırıladı. Parallel algoritmlardı programmalastırıwdaǵı qıyınshılıqlar sonnan ibarat, algoritmlik tiller tiykarınan izbe-iz processlerdi jazıw ushın mólsherlengen. Joqarı dárejedeǵı tillerde parallel processlerdi programmaliq imitaciya etiw psevdoparallel(parallel sımaq) shólkemlestiriwdi talap etedi. Bul bolsa óz gezeginde programmalastırıw tarawında quramalı másele bolıp tabıladı.

Ekinshi qásiyet sonnan ibarat, modellestiriw processinde kólemlı aprior baxlawı qıyın bolǵan maǵlıwmatlardı qayta islew talap etiledi. Bul process imitaciyalıq modellerdiń dinamikalıq xarakterge iye ekenliginen kelip shıǵıp, sistemadaǵı ulıwmalıq processlerdi úyreniwge mólsherlengenligin ańlatadı. Bunday algoritmlardı programmalastırıwda tiykarǵı itibar operativ yadı dinamikalıq bólistiriwge qaratılǵan bolıwı kerek.

Modellestiriw tilleri. Imitaciyalıq modellestiriwde keń klasstaǵı modellerge tán bolǵan máselelerge dus klinedi. Ol algoritmlerdiń psevdoparallel atqarılıwın shólkemlestiriw bolıp tabıladı; yadı dinamikalıq bólistiriw; model waqıtı menen ámel orınlaw; tosınnanlı processlerdi imitaciya etiw; hádiyseler massiyvin alıp barıw; modellestiriw nátiyjelerin toplaw hám qayta islew bolıp tabıladı. Bul máselelerdiń sheshimin tabıw ushın arawlı mashqalaǵa - mólsherlengen qurallar (programmaliq sistemalar), yaǵnıy modellestiriw tilleri jaratılǵan. Házirgi dáwirde 500 den artıq modellestiriw tilleri belgili.

Modellestiriwdiń avtomatlastırılǵan sistemaları. Mashinada modellerdi jaratıw procesin ápiwayılastırıw hám tezlestiriw háreketi imitaciyalıq modellerdi programmalastırıwdiń avtomatlastırılǵan sistemalarına alıp keledi. Izertlewshini programmalastırıwdan azat etken bir neshe sistemalar islep shıǵıldı. Programma avtomatik túrde qandayda bir formal sxema tiykarında jaratıladı. Formal sxema izertlewshi tárepinen berilgen sistema parametleri, sırtqı tásirler hám islew qásiyetine baylanıslı islep shıǵıladı. Dáslepki maǵlıwmatlar ol yamasa bul túrde kanonik súwretlenedi. Mashinada ótkerilgen tájiriybe nátiyjeleri tiykarında tiykarǵı shıǵıw maǵlıwmatları esaplanadı hám avtomatik baspaǵa shıǵarıladı, qosımsha shıǵıw nátiyjeleri bolsa izertlewshiniń kórsetpesi boyınsha alınadı. Bunday sistemalar avtomatlastırılǵan universal imitaciyalıq modeller yamasa imitaciyalıq programmalar generatori dep ataladı. Modellestiriwdiń programmaliq hám texnikalıq quralları bir neshe kriteriyalardı esapqa alǵan halda saylanadı. Bunda zárúriy shártlerden biri: konceptual hám matematikalıq modeldi jaratıw ushın qurallardıń jetkilikli hám tolıq bolıwı bolıp esaplanadı.

Modellestiriv tilin tañlağannan keyin programmalıq model islep shıǵıladı. Bul process tómendegilerdi óz ishine aladı: algoritmdı islep shıǵıw; kiris maǵlıwmatlardı súwretlew formasın anıqlastırıw; programmanı jazıw hám durıslaw. Bul júdá za'ru'rli kóp miynet talap etiwshi process bolıp, basqa programmalastırıw processlerinde az parıqlanadı.

6. Adekvatlıqdı tekseriw hám modeldi sazlaw. Adekvatlıqdı tekseriw.

Modeldiń sistemaǵa adekvatlıǵın tekseriwdi izertlenip atırǵan sistema menen ólshemleriniń sáykesligin analiz etiw, hámde sistemaǵa teń mánililigin analiz etiwden ibarat. Biraq model sistemanı tolıq sáwlelendiriwi shárt emes, sebebi onı jaratıw áhmiyetli bolmay qaladı. Adekvatlıq sırtqı sharayatlardı hám islew rejimlerin idealizacijalaw sebepli, geypara tosınnanlı faktorlardı esapqa almaw sebepli buzıladı. Sırtqı ortalıqtıń tásirleri tuwrısında anıq xabarlardı, sistemanıń strukturasındaǵı geypara anıqsızlıqlar, qabıl etilgen appracimaciya, interpoliyaciya, shamalar, gipotezalar model menen sistema arasındaǵı sáykesliqtıń azayıwına alıp keledi. Joqarıda aytıp ótilgen faktorlar sebepli modellestiriv nátiyjeleri real processlerden aytarlıqtay parıqlanıwǵa alıp keledi.

Adekvatlıqtıń tábiyiy kriteriyası sıpatında originaldıń qandayda bir Y_0 xarakteristikası modeldiń Y_m xarakteristikasınan ózgeshe bolıwı kerek, yaǵnıy

$$\Delta Y = |Y_0 - Y_m|$$

Yaǵnıy awısıwdıń original xarakteristikaǵa qatnası alınadı. Bunda model original menen adekvat dep ataladı, eger awısıw(qátelik) - shegaralıq shama ruxsat berilgen itimallıqtan úlken bolmasa.. Biraq bul kriteriyanı ámeliyatta paydalanıw geypara sebeplerge kóre qıyınshılıqlarǵa alıp keledi. Modeldiń adekvatlıǵın tekseriw zárúr, bolmasa naduris modellestiriv nátiyjeleri tiykarında naduris sheshimler qabıl qılınıwı múmkin. Ámeliyatta adekvatlıqtı baxalaw ekspertler analizi boyınsha ámelge asırıladı. Adekvatlıqtı tekseriwdiń tómendegishe túrleri bar:

elementlar modeldi tekseriw;

sırtqı tásir modelin tekseriw;

sistemanıń islew procesiniń konceptual modelin tekseriw;

formal hám matematikalıq modeldi tekseriw;

shıǵıs xarakteristikasın ólshew hám esaplaw usılların tekseriw, yaǵnıy sheshim qátelikleri anıqlanadı;

dasturiy modeldi tekseriw.

Modeldi sazlaw. Adekvatlıqdı tekseriw nátiyjeleri boyınsha model menen sistema - original arasındaǵı sáykes kelmeslik úlken bolsa, modeldi sazlaw zárúr boladı. Bunda tómendegi ózgerisler kiritiliwi múmkin: golabal, lokal hám parametrlik.

Golabal ózgerisler kiritiliwine sebep konceptual yamasa matematikalıq modelde vetodikalıq qáteliklerdi anıqlaw nátiyjesi bolıp tabıladı. Bunday qáteliklerdi saplastırıw jańa modeldi islep shıǵıwǵa alıp keledi. Lokal ózgerisler bolsa geypara parametrlerdı anıqlaw yamasa algoritmlerdı ózgertiw menen baylanıslı. Bunday ózgerislerdi orınlaw, misalı, sistemanıń geypara elementleriniń modelin ózgertiw, sırtqı tásirler modelin oǵan ekvivalent bolǵan anıqraq modeller menen almastırıw

arqalı ámelge asırıladi. Parametriklik ózgerislerge bolsa modeldegi geypara arnawlı parametrlerdı ózgertiw arqalı erisiledi.

7. Model menen tájiriye ótkeriwdi joybarlaw. Strategiyalıq joybarlaw. Modellestiriwdiń maqseti islep shıǵılǵan modeldi izertlew menen erisiledi. Izertlew sonnan ibarat, tájiriye ótkerilip, nátiyjede model parametrleriniń basqarılatuǵın ózgeriwshileriniń hár qıylı baxalarında sistemaniń shıǵıw xarakteristikaları anıqlanadı. Tájiriyelerdi ótkeriw belgili joba tiykarında alıp barıladı. Basqarılatuǵın ózgeriwshilerdiń mánisleri júdá kóp bolǵanlıǵı ushın hár bir mashınada tájiriye parametrleriniń belgili bir jıynaqları ushın tájiriye alıp barıladı. Mısalı, basqarılatuǵın parametrler sanı 5 dana bolsa, hár bir parametr 3 dana baxa qabıl qılsa, parametrler ma`nisi 243 ge teń boladı, parametrler sanı 10 bolsa, (hár biri 5 dana baxa qabıl qılsa) tájiriyeler sanı 10 mln. ǵa jaqınlasadı. Esaplaw hám waqıt resursları shegaralanǵan halda múmkin bolǵan hámme tájiriyelerdi ótkeriw múmkin emes. Sonday eken, parametrlerdıń belgili bir kompleksin tańlaw hám tájiriyeler izbe-izligin ótkeriw máselesi payda boladı. Bunday process strategiyalıq joybarlaw dep ataladı.

Taktikalıq joybarlaw. Imitaciyalıq modellestiriwdiń nátiyjelerin statikalıq isenimliliǵi támiyinlengen halda mashınada tájiriye ótkeriw waqtın kemeytiw usılları kompleksine taktikalıq joybarlaw dep ataladı. Bir tájiriye uzınlıǵına (modellestiriw dáwiri T_m) sistemaniń stacionarlıǵı, xarakteristikalardıń óz-ara baylanıslılıǵı hám modellestiriwdiń baslanǵısh sharayatlardaǵı baxaları tásir etedi. Tájiriyede alınǵan maǵlıwmatlar waqıt boyınsha qatar sıpatında qaralıwı múmkin, yaǵnıy belgili bir xarakteristikalardı ólshew nátiyjeleri bolıp tabıladı. Xarakteristikalardı ólshew qatarın qandayda bir statistikalıq izbe-izlilikten alınǵan shamalar sıpatında qaraw múmkin. Eger bul izbe-izlik stacionar bolsa, onıń ortasha ma`nisi waqıtqa baylanıslı bolmaydı. Onıń baxası waqıt qatarınıń ortasha ma`nisine teń bolıp tabıladı. Ergodikalıq izbe-izlik ushın bul baxanıń anıqlılıǵı ólshewler sanı N ósken sayın artıp baradı.

8. Modellestiriw nátiyjelerin analiz etiw. Imitaciyalıq tájiriye nátiyjelerin qayta islew. Statistikalıq modellestiriw boyınsha imitaciyalıq tájiriye ótkeriwde hár bir shıǵıw xarakteristikasınıń kóplen baxaları ólshenedi. Bul tańlap alıw nátiyjelerin keleside ońay analiz etiw hám qollanıw ushın isletiledi. Shıǵıw xarakteristikaları kóbinese tosınnanlı shamalar yamasa funkciyalar bolǵanlıǵı ushın olardı qayta islew, matematikalıq kútiliw, dispersiya hám korrelyacion momentlerdi esaplaw ushın isletiledi.

Stoxastikalıq xarakteristikalar ushın salıstırmalı chastotalar gistogrammasın yaǵnıy bólistriliwdiń empirik tıǵızlıǵın qaraw múmkin. Sol maqsette xarakteristikasınıń múmkin bolǵan baxalar oblasti intervallarǵa bólinedi. Tájiriye waqtında ólshemler nátiyjesinde xarakteristikaniń hár bir intervalǵa tiyisli sanları anıqlanadı hám barlıq ólshewler sanı esaplanadı. Tájiriye tawsılǵannan keyin hár bir interval ushın xarakteristikaǵa tiyisli sanlı ólshewlerdiń ulıwma sanına hám interval uzınlıǵına bolǵan qatnası esaplanadı. Dúzilgen gistogramma ushın qandayda bir teoriyalıq bólistiriliw nizamlıǵın tańlap alıw múmkin. Imitaciyalıq tájiriye ólshewlerin qayta islew procesi integrallı xarakteristikalardı payda etiw ushın, yaǵnıy maǵlıwmatlardı tıǵızlaw ushın usınıladı.

Xarakteristikaların sistema parametrlerine baylanışlıǵın anıqlaw.

Statikalıq modellestiriw nátiyjeleri boyınsha sistema xarakteristikaların sistema parametrleri hám sırtqı tásirlerge baylanışwın anıqlaw múmkin. Onıń ushın korrelyacion, dispersion hám regression usıllardan paydalanıw múmkin.

Korrelyacion usıl járdeminde ekew hám odan artıq tosınnanlı shamalar arasındaǵı baylanışwdıń bar ekenligin tabıw múmkin. Keńislik baxası sıpatında korrelyaciya koefficientinen paydalanıw múmkin. Korrelyaciya koefficienti olar arasında sızıqlı baylanışw bar ekenin kórsetedi hám olar birge normal nizamlıq boyınsha bólistirilgen boladı. Eger korrelyaciya koefficienti absolyut mańisi boyınsha 1 ge teń bolsa, analiz qılınıp atırǵan shamalar arasında stoxastik emes sızıqlı baylanışw bar ekenin ańlatadı. Eger 0 ga teń bolsa, baylanışw bolmaydı. Korrelyaciya koefficientiniń aralıq mánisleri bar bolsa ózgeris bolǵan sızıqlı baylanışw bar ekenligine yamasa sızıqlı emes korrelyaciya bar ekenin ańlatadı. Dispersion analizden shıǵıw xarakteristikalarınıń baxalarına hár qıylı faktorlardıń salıstırmalı tásir etiwini anıqlaw ushın paydalanıw múmkin. Bunda xarakteristikaniń ulıwma dispersiyası kórilip atırǵan faktorlarǵa sáykes keletuǵın komponentalarına bólinedi. Ayırım komponentalarınıń baxaları boyınsha analiz qılınıp atırǵan xarakteristikaǵa bolǵan ol yamasa bul faktordıń tásir etiw dárejesi tuwrısında juwmaq shıǵarıw múmkin. Eger tájiriyyedegi hámme faktorlar sanlı bolsa, ol jaǵdayda xarakteristikalar hám faktorlar arasındaǵı analitik baylanışwdı tabıw múmkin. Onıń ushın regrescion analiz usıllarınan paydalanıwǵa boladı. Tabılǵan baylanışw empirik model dep ataladı. Regrescion analiz sonnan ibarat, erikli hám eriksiz ózgeriwshiler arasındaǵı munasábet tańlap alınadı, tájiriyye maǵlıwmatları tiykarında tańlap alınǵan parametrler esaplanadı hám tájiriyye maǵlıwmatların model menen approksimaciya etiw sapası baxalanadı. Eger sapası qanıqtırmasa, basqa baylanıs tańlap alınadı jáne bul procedura tákirlenadi.

Modellestiriw nátiyjelerin analiz etiwge modeldiń parametrleri hám variaciyasına sezgirliğin analiz etiw máselesi tiyisli bolıp tabıladı. Sezgirlikti analiz etiw degende sistemaniń islew xarakteristikalarınıń, parametrlerdiń múmkin bolǵan mánisleriniń ózgeriwine turaqlılıǵın tekseriwden ibarat.

Modellestiriw nátiyjelerin analiz etiw, modeldiń kóplegen parametrleri kompleksin anıqlastırıwǵa járdem beredi. Nátiyjede konceptual modeldiń baslanǵısh kórinisin ózgeriwge alıp keledi. Xarakteristika hám parametrler arasındaǵı funkcional baylanışwdı anıqlaw imkaniyatın beredi hám sistemaniń analitik modelin jaratıwǵa múmkinshilik beredi yamasa nátiyjelilik kriteriyasınıń koefficientlerin anıqlaw imkaniyatın tuwdıradı.

Modellestiriw nátiyjelerinen paydalanıw. Uluwma, modellestiriw nátiyjeleri sistemaniń islew qábileti haqqında sheshim qabıllaw ushın, eń jaqsı proyekt variantın tańlaw ushın yamasa sistemani optimallastırıw ushın isletiledi. Sistemani islew qábileti tiykarınan parametrlerdiń múmkin bolǵan mánisleriniń shegaraları sheńberinen onıń xarakteristikaları shıǵıp kettime yamasa shıqpaslıǵı boyınsha sheshim qabıl etiledi. Barlıq jumısqa jaramlı bolǵan variantlar boyınsha nátiyjelilik kriteriyası maksimal bolǵan baxa qabıl etiwshi variant tańlap alınadı. Eń ulıwma hám quramalı processler bul sistemani

optimallasırw bolıp tabıladı: Sistema ózgeriwshileriniń mánisleriniń sonday kompleksin tabıw talap etiledi, bunda nátiyjelilik kriteriyası maksimal ma`nisin támiyinlesin. Bunda barlıq xarakteristikalar berilgen shegara shártlerdi qánaatlandırıwı kerek.

III BAP Oqıwshılarǵa optimallasıtw máseleleriniń matematikalıq hám kompyuterli modellestiriw texnologiyasin úyretiw metodikası.

3.1. Optimallasırw máselelerin modellestiriwdi oqıwshılarǵa úyretiw metodikası.

Илим hám техниканыń házirgi ra7ajланы7 dáwirине сáйкес мектеплерде оқы7шылар тек сабақлықлар кóлеминде шекленип қалмастан қосымша áмелий илимлердиń элементлерин оқыты7шы жáрдeminде ямаса óз бетинше úйренип, óзиниń интеллектуаллық билимин тереңлестири7ге, кеңейти7ге қызыǵады. Буган қосымша házirgi 7ақытта билимлендири7 системасына қойылып атырǵан талапларда усындай háрекетлерди қоллап қу7атлайды. Буныń ушын оқы7шыларǵа hám оны оқытып атырǵан муǵаллимлерге úлкен мумкиншиликлер жаратылǵан.

Информатика пáни áмелий пán сыпатында hámме пánлерде оқыты7 процессинде қатнасады. Áсиресе математика, физика hám информатика пánлери арасындаǵы тыǵыз байланысты úзип болмайды, керисинше бул байланысты кúшейтсек оқы7шылардыń билимин hár тáреплеме тереңлестири7ге имкан жаратқан боламыз. Бул жерде пán оқыты7шысы бас тренер ролин атқарады. Оқы7шыларǵа базы бир áмелий máселелердиń қойылы7ын тáриплеп береди, оныń моделин шеши7 алгоритмлерин тúсиндиреди. Оптималластыры7 máселелериниń элементлерин оқы7шыларǵа тúсиндири7 арқалы олардыń ойла7 қáбилетин тереңлестиреди, áмелий пánлерге hám máселелерди шеши7 технологиясына қызыǵы7шылығын арттырады. Усы айтылǵанларды тастыйықла7 мақсетинде бир қанша мысаллар қарап óтейик.

1-мысал. Периметри бирдей болǵан ту7ры мыйешли тóртмыйешликлер ишинде еń úлкен майданǵа ийе болатуǵын ту7ры мыйешли тóртмыйешликти табыń (6-7 класс оқы7шылары ушын).

$$S = a \cdot b \text{ мейли } P = 2a + 2b = 32 \Rightarrow a + b = 16 \text{ болса}$$

<i>a</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...
<i>b</i>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	...
<i>S</i>	15	28	39	48	55	60	63	64	65	60	55	

$$a = b = 8 \text{ болǵанда } S_{max} = 64$$

Жу7мақ: периметри бирдей болған ту7ры мүйешли тóртмүйешликлер ишинде квадрат ең үлкен майданға ийе болады. (Бул оқы7шының ядында беккемлениди).

$$S = a \cdot b; \quad a + b = 16; \quad b = 16 - a; \quad S = a(16 - a);$$

$$S = -a^2 + 16a = -a^2 + 16a - 64 + 64 = -(a - 8)^2 + 64;$$

$S \Rightarrow \max$ болы7ы ушын $a - 8 = 0; a = 8$ болы7ы шарт. Демек буннан $a = b = 8$ болатуғынлығы келип шығады.

$S = \frac{1}{2}d^2 \cdot \sin\alpha; \quad \sin\alpha = 1, \quad \alpha = 90^\circ$ болғанда $S \Rightarrow \max$ болады. Бул тек квадрат ушын орынланады. (8-класс)

2-мысал. (11-класс). Узынлығы $a=100$ см, ени $b=80$ см болған ту7ры мүйешли тóртмүйешлик формасындағы қаһылтыр берилген. Оның тóрт мүйешинен тáреплери x болған квадратлар кесип алынып, сыйымлылығы $v \Rightarrow \max$ болатуғын жоқарғы бети ашық қуты жасалған, x тың узынлығын табы7 керек.

Шешим. Ыдыстың кóлеми

$$v = x \cdot (80 - 2x) \cdot (100 - 2x) = 4x^3 - 360x^2 + 8000x.$$

Экстремум мánисти табы7 ушын ту7ындыдан пайдаланамыз:

$$v' = 12x^2 - 720x + 8000 = 0; \quad x^2 - 60x + \frac{2000}{3} = 0;$$

$$x = 30 \pm \sqrt{900 - \frac{2000}{3}}; \quad x \approx 30 \pm 15,2.$$

Формулада $80 - 2x > 0; 100 - 2x > 0; x > 0$ болы7ы шарт. Буннан $0 < x < 40$ шегара шартти келип шығады. Демек $x \approx 30 + 15,2$ мánиси шартти қатаатландырмайды. Олай болса $v \Rightarrow \max$ болатуғын x тиң мánиси $x \approx 30 - 15,2 = 14,8$ см болатуғынлығы келип шығады.

3-мысал. Мейли транспорт мáселеси деп аталатуғын мáсени қарайық. 2 завод 2 складтан цемент алып темир бетон ислеп шығарады.

1-ши заводқа суткасына 50 тонна, ал 2-ши заводқа суткасына 90 тонна цемент керек. 1-ши складтан суткасына 60-тонна, ал 2-шиден суткасына 80 тонна цемент алы7ға болады.

Цементти тасы7 баһасы 1 тонна ушын :

1-ши складтан 1-ши заводқа 1,4\$; 1-ши складтан 2-ши завлдқа 2\$;

2-ши складтан 1-ши заводқа 1,2\$; 2-ши складтан 2-ши заводқа 1,6\$.

Мáселе тóмендегише қойылады. Цемент тасы7ға қандай факторлар тáсир етеди: айда7шы кеселлени7и, машина бузылы7ы, бензин жоқ болы7ы һám т.б. болы7ы мýmкин. Биз бул факторларды есапқа алмаймыз.

Тóмендеги белгиле7лерди киритемиз.

X_1 : 1-ши складтан 1-ши заводқа, X_2 : 1-ши складтан 2-ши заводқа,

X_3 : 2-ши складтан 1-ши заводқа, X_4 : 2-ши складтан 2-ши заводқа 1

суткада тасыйтуғын цемент муғдары,

1-ши складтан 60 тонна алынады: $x_1 + x_2 = 60,$

2-ши складтан 80 тонна алынады: $x_3 + x_4 = 80,$

1-ши заводқа 50 тонна керек: $x_1 + x_3 = 50$,

2-ши заводқа 90 тонна керек: $x_2 + x_4 = 90$.

Усы шегара шартлердин һәммеси бир 7ақытта орынланы7ы керек. Демек тóмендеги те́лемелер системасына ийе боламыз:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 60 \\ x_3 + x_4 = 80 \\ x_1 + x_3 = 50 \\ x_2 + x_4 = 90 \end{cases}$$

Ал цементти тасы7 шығыны:

$$f = 1,4x_1 + 2x_2 + 1,2x_3 + 1,6x_4$$

максет функция деп аталады.

Енди x_1, x_2, x_3, x_4 лердиң қандай мánисинде f функциясы ең киши оң мánисти қабыл етеди. Буның ушын модельди апи7айыластырамыз: x_2, x_3, x_4

лерди x_1 арқалы а́латамыз.
$$\begin{cases} x_2 = 60 - x_1 \\ x_3 = 50 - x_1 \\ x_4 = 30 + x_1 \end{cases} \quad (\text{шегаралаушы шарт}).$$

Буны мақсет функцияға (f) ке апарып қойсақ

$f = 228 - 0,2x_1$ түрине келеди. Солай етип модель

$$f = 228 - 0,2x_1 \Rightarrow \min \quad \begin{cases} x_2 = 60 - x_1 \\ x_3 = 50 - x_1 \\ x_4 = 30 + x_1 \end{cases} \quad \text{түринде жазылады.}$$

Биз модельге $f_{\min} \geq 0$ һәм $f \Rightarrow \min$ деген шарт қойғанбыз, демек илажы болса $f_{\min} \geq 0$ және $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$ болы7ы керек.

$f = 0$ болса $x_1 = 1140$ болы7ы керек. Бул шегара шартти қанаатландырмайды.

Енди модельдиң анықланы7ы тóмендегише болады.

$$f = 1,4x_1 + 2x_2 + 1,2x_3 + 1,6x_4 \Rightarrow \min,$$

$$x_1 + x_2 = 60$$

$$x_3 + x_4 = 80$$

$$x_1 + x_3 = 50$$

$$x_2 + x_4 = 90$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = \overline{1,4})$$

Таза дүзилген модельди изертле7 тóмендегише жазылады.

$$f = 228 - 0,2x_1 \Rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_2 = 60 - x_1 \\ x_3 = 50 - x_1 \\ x_4 = 30 + x_1 \end{cases} \quad x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1,4})$$

Буннан тóмендеги шартлер келип шығады.

$$f = 228 - 0,2x_1 \Rightarrow \min; \quad 0 \leq x_1 \leq 50$$

$$\begin{cases} x_2 = 60 - x_1 \\ x_3 = 50 - x_1 \\ x_4 = 30 + x_1 \end{cases}$$

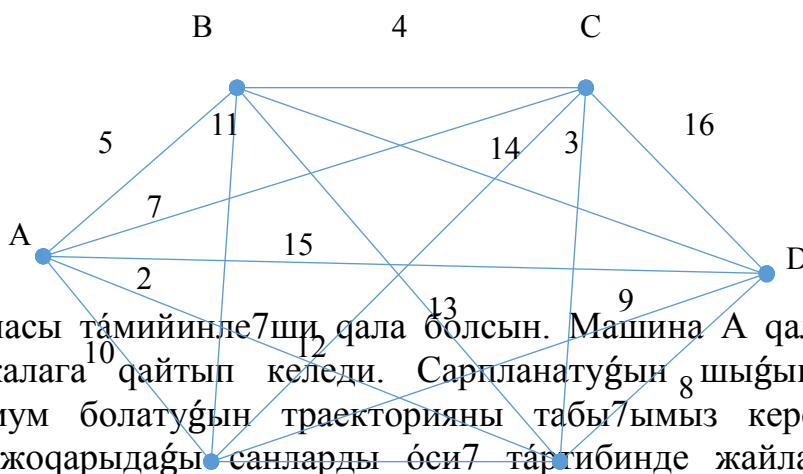
Мейли енди усы мánселени изертлейик. x_1 óссе f функциясы кемейеди, демек x_1 ге максимум мánис беремиз. Бул тóмендеги нáтийжелерди береди.

1) $x_1 = 50$; 2) $x_2 = 10$; $x_3 = 0$; $x_4 = 80$; 3) $f = 218$.

Бул мәніслер оптимал мәніс болып есапланады.

4-мысал. $a_1, a_2, a_3 \dots, a_{20}$ санлары берілген. Усы санлардың ишинен қосындысы минимум болатуғын 6 санды табы7 керек. Бул қыйын емес. Дәслеп ең кішкенесін, кейін одан үлкенін һәм т.б. танлап аламыз. Егер $a_i (i = 1, 20)$ санларын өси7 тәртібинде жайластырсақ, дәслепки 6 сан биз изелеген санлар болады.

Енди оптимал жол картасын дүзи7 мәселесін қарайық. Мейли 6 қала бар, солардың бире7и басқа қалаларды қымбат баһалы үскене менен тәмийинлейди. Қалеген қаладан басқа қалалардың һәммесине жол бар. Жолға сарпланатуғын шығынлар төмендеги сү7ретте көрсетілген. Бир қалаға еки мәрте кири7ге болмайды.



Мейли А қаласы тәмийинле7ши қала болсын. Машина А қаласынан шығып сол қалаға қайтып келеди. Сарпланатуғын шығынлардың қосындысы минимум болатуғын траекторияны табы7ымыз керек. Бул мәселени шеши7 жоқарыдағы санларды өси7 тәртібинде жайластыры7 алгоритмине усайды. А қаласынан басқа қалаларға бары7 шығыны 5,7,2,10\$. Булардың ишинде ең аз қаржы $A \rightarrow E = 2\$$. Е қаласынан басқа қалаларға бары7 шығыны 13,6,8,3\$, ал Е қаласынан А қаласына қайтып бара алмаймыз. Демек биз $A \rightarrow E \rightarrow C$ траекториясын таңлағаннан кейін АЕСВ траекториясын таңлаймыз, себеби СВ, CF һәм CD траекторияларының ишинде ең кішиси $CB=4\$$. Сайлап алы7 ең ақырында АЕСBFDA траекториясына ийе боламыз. Бул траектория бойынша сарпланатуғын шығынлар қосындысы

$$2+3+4+11+9+15=44\$$$

Бул сарпланатуғын шығынлардың ишинде ең үнемлиси болып есапланады. Бул алгоритмде салыстыры7лар саны аз һәм оптималь шешимге тез жақынласамыз. Егер бир қаладан басқа қалаларға бары7 ушын сарпланатуғын шығынлар мұғдары теңдей болып қалса, онда алтернатив шешимлер пайда болады. Бундай жағдайда минимумлардың ишинен ең кішкенесін сайлап аламыз. Егер шешимди әпи7айы усыл менен таңлап алатуғын болсақ 6 қала ушын $6!=720$ вариантты салыстыры7ға ту7ра келеди. Қалалар саны жетерли дәрежеде көп болса әпи7айы усыл менен бундай мәселелерди шеши7 жидә қурамалы болады.

Бул усыл оптималластырыу теориясында вариантларды избе-из жақсылау, ал қурамалы системаларды оптималластырыу мәселелерінде динамикалық программаласытырыу усылы деп аталады. Биз оқышыларға түсіндиру үшін оптималластырудың ең қолайлы, түсиниуге аңсат усылларын таңладық.

Енди 1-мысалға қайтайық. Бул мысалдың нәтижесин теорема сыпатында қабыл етсек, яғный периметри бирдей болған туғрымүйешликлердің ишинде квадрат ең үлкен майданға ийе болады деп қабыл етсек, онда усы теореманың салдарлары сыпатында төмендеги мәселелердің шешимлерин тез табыуымызға болады.

5-мысал. Радиусы R болған дөңгелекке ишлей сызылған туғрымүйешли төртмүйешликлердің ишинде тәрәпи $\sqrt{2}R$ болған квадрат ең үлкен майданға ийе болады.

6-мысал. Радиусы R болған шарға ишлей сызылған параллелепипедлердің ишинде куб ең үлкен көлемге ийе болады.

Жоқарыда келтирилген мысалларға уқсас оптималластырыу мәселелери менен байланыслы әпиғайы мысалларды көпкеп келтируге болады. Олардың һәммеси де оқышылардың пикирлеуин күшейтиуге, өтилген темаларды ядта беккемлеуге, көнликпелерин шынықтыруға күшли тәсир етеди.

3.2 Оқышлар үшін оптималластыру мәселелерин компьютерли моделlestиру технологияси

Һазирги вақитта жоқари маманлиққа ийе қәниегелерди таярлаудың тийкарги мәселеси барлиқ таравларда есаплау техникasin кеңнен пайдаланивди әмелге асирив болив

turipti. Usıǵan baylanisli eń baslı maqset informatikani makteplerde hám joqari oqıw orınlarında tereń úyretiw, talabalardı matematikalıq modellerdi hám máselelerdi shehsiw metodların tańlap alıwǵa hám bazi bir problemalardı kompyuterde sheshiwge kóniktiriw bolıp esaplanadı.

Matematikalıq modeller tiykarınan eki toparǵa bólinedi: deskriptivlik hám optimizatsiyalıq. Deskriptivlik modeler modellestiriletuǵın protsesslerdi tártiplew ushin qollaniladı, al optimizatsiyalıq modeller variantlar kópliginen ekonomikalıq, texnologiyalıq hám t.b talaplarǵa sáykes eń qolaylı qabil etiwge bolatuǵın variantlardı tańlap alıw múmkinshiligini jaratadı.

Quramalı protsesslerdi zamanagóy modellestiriw kompyutersiz múmkin emes. Demek kompyuterli modellestiriw texnologiyasını paydalaniwǵa májbur bolamız. Kompyuterli modellestiriw qoyılǵan másele ni sheshiw ushin bizge zárur bolǵan informatsiyalardı yamasa bilimlerdi kompyuter járdeminde aktuallastiriwdiń tiykari bolıp esaplanadı.

Kompyuterli modellestiriw basınan aqırına shekem tómendegi etaplardan ótedi: másele ni qoyiliwi; modellestiriwden aldınǵı analiz; másele ni analizlew; modeldi izertlew; programmani proektlew, programmalastiriw; testten ótkeriw hám otladka; modellestiriwdi bahalaw; hújjetlestiriw; tiyisli orınǵa jiberiw; modeldi paydalaniw (qollaniliwi); Endi usi aytilǵanlardı basınan baslap táriyplep ótemiz. Kompyuterli modellestiriw ádette obiekti úyreniwden baslanadı. Obiekt sipatında qandayda bir qubilis, protsess predmetlik oblast, ómirlik jaǵdaylar yamasa máseleler qaraliwi múmkin. Modeldi dúzgende ekinshi dárejeli faktorlar qaldirilip, eń tiykarǵı ústemlik etiwshi faktorlar tańlap alinadı. Tańlap alınǵan faktorlar kompyuterge túsinikli bolǵan tilge awdariladı, algoritm hám programma dúziledi.

Programma tayar bolǵannan keyin kompyuterli eksperiment ótkeriledi hám modeldiń parametrlerin variatsiyalaw waqtında alınǵan nátiyjeler analizlenedi. SH ıǵarılǵan juwmaqqa baylanisli modellestiriwdiń qaysi bir basqishlarına dúzetiwler kirgiziledi. Bul jerde obiekt qayta izertleniw, model qayta anıqlaniwi, yamasa algoritimli ózgeriliwi múmkin. Kompyuterli modeler óziniń eń aqırǵı nátiyjesine erisemen degen she modelge kóp ózgerisler hám toliqtiriwlar kiritiliwi múmkin. Kompyuterli modellestiriw metodında úyreniwdi hám biliwdi rawajlandiratuǵın eń áhmiyetli elementler qatnasadı. Olar: konstruktsiyalaw, táriyplew, tájriybeler ótkeriw hám t.b. Nátiyjede izertlenip atırǵan obiekt-original haqqında bilimge iye bolamız.

Degen menen kompyuterli modeldi (modellestiriwshi programmani) sol qubilistiń ózi menen shatastirmaw kerek. Model haqiyqatlıqqa jaqın bolǵan sayın jaqsi dep ataladı. Biraq model bazi waqıtları sol qubilista bolmaytuǵın protsesslerdi aldın ala boljap, al bazi bir haqiyqatlıqtı boljamawıda múmkin. Bul jaǵdayda da bazi bir modeldiń paydalılıǵı kórinip turadı, sebebi anaw yamasa mina qubilislar ne sebep payda boldi degen soraw tuwadı hám izertlew sheńberi úlkeyedi.

Kompyuterli modellestiriwdiń baslı máselesi obiektke baylanisli informatsiyalıq modeldi dúziw bolıp esaplanadı. Usıǵan baylanisli kompyuterli modellestiriwde eń áhmiyetlisi qandayda bir modeldi dúziw yamasa tańlap alıw bolıp esaplanadı. Kompyuterli modellestiriwdiń qiziqli tarawlarınıń biri

optimallastiriw máseleleri bolip esaplanadi. Optimallastiriw máseleleri degenimiz belgili bir maqsetke erisiw ushin sáykes shártlerge baylanisli eń jaqsi nátiyjelerdi aliw degendi ańlatadi. Bul máseleńiń qoyiliwi konkurentlik qásiyetke iye protsesslerdiń boliwin talap etedi, másele: óndiris kólemi-shiyki zattiń sarplaniwi; óndiris kólemi-ónimniń sapasi. Obiektiń qásiyetlerine sáykes kompromislik variantlardi taqlap aliw optimallastiriw máselelerin sheshiw protsedurasin óz ishine aladi.

Optimallastiriw máseleleriniń qoyiliwındaǵı zárurlik:

1. Optimallastirilatuǵın obiektiń hám optimallastiriw maqsetiniń bar boliwi. Hár bir optimallastiriw máselesiniń formulirovkasi tek bir shamaniń ekstremum mánisin talap etiw kerek, yaǵniy sistemada bir waqittiń ózinde birneshe optimallastiriw kriteriyalari táriypleniwi kerek emes. Sebebi ámelde bir optimallastiriw kriteriyasi ekinshi optimallastiriw kriteriyasina sáykes kelmeydi. Másele islep shıǵariwda óndiristi maksimallastiriw menen birge ónimniń ózine túser bahasin minimallastiriwi múmkin emes. Sebebi bular bir-birine qarama qarsi kriteriyalar bolip esaplanadi. Eger kriteriyalardi:
 - a) Ónimniń ózine túser bahasi boyınsha óndiristi maksimallastiriń;
 - b) Berilgen óndiristiń kólemine sákes ónimniń ozine túser bahasin minimallastiriń; dep alsaq, másele duris qoyılǵan boladi.
2. Optimallastirilatuǵın obiette objekt resursina kiretuǵın bazi bir parametrlardi tańlap aliw imkaniyatiniń bar boliwi.
3. Optimallastirilatuǵın sanli bahalaw múmkinshiliginiń bar boliwi. Tek usi jaǵdayda ǵana basqariwshi faktorlardıń effektin salistiriwǵa boladi.
4. Shekleniwlerdi espqa aliw.

Ádette obietttegi optimallastirilatuǵın shama jumistiń únemliliǵi menen baylanisli hám optimallastirilatuǵın jumistiń varianti sol obiettiń elementleriniń sanli xarakteristikasinan (shegaralawshi shártten) shıǵıp kete almaydi. Obiektiń optimallastiriwshi kriteriyasi degenimiz optimallastiriwshi sipattiń sanli bahasi. Tańlap alınǵan optimallastiriw kriteriyasi tiykarında parametrlerge ǵárezli bolǵan maqsetli funktsiyasi dúziledi. Optimallastiriw kriteriyasi yamasa maqsetli funktsiyaniń túri belgili bir optimallastiriw máselesine sáykes aniqlanadi.

Solay etip optimallastiriw máselesi maqsetli funktsiyaniń ekstremumin tabiwǵa alıp keledi .

Optimallastiriw máseleleriniń qoyiliwina baylanisli olar hár qiyli usillar menen shehsiliwi múmkin hám kerisinshe bir usildiń ózi bir neshe máselelerdi sheshiwge qollaniliwi múmkin. Optimallastiriw usillari skalyar (bir kriteriyali), vektorli (kóp kriteriyali), izertleniwshi (retlestiriw hám tosinnan izlew usillari qollanılǵanda), analitikaliq (differentsiyalliq hám variatsiyaliq esap usillarin qollanılǵanda), esaplaw shi (matematikaniń programmalastiriw usillarin qollanılǵanda) hám t.b boliwi múmkin.

Usillardiń ishinde matematikaliq programmalastiriw ,atap aytqanda siziqli programmalastiriw usillari kóbirek qollaniladi.

Siziqli programmalastiriw máselelerine tómendegiler kiredi: shiyki zatti hám materiallardı únemli paydalaniw; pishimlerdi hám proektlerdi optimallas tiriw;

karxananiń óndirislik programmalarin optimallastiriw; óndiris quramin (konsentrasiyasın) optimal ornalastiriw; júklerdi buyirtpashılarǵa jetkizip beriwdiń optimal jobasin dúziw; óndiris xorlarin basqariw; optimal jobalastiriwǵa tiyisli hárqiyli máseleler.

Amerikali ekspertlerdiń bahalawı boyınsha optimallastiriw máseleleri menen shuǵıllanatuǵın izertlewshilerdiń 75 procenti sızıqlı programmalastiriw (SP) usıllarin paydalanadı, al oǵan mashına uaqtınıń 25 procenti jumsaladı eken. SP usılları házirgi uaqıtları optimal sheshimdi qabil etiudiń matematikalıq teoriyası boyınsha eń kóp paydalanatuǵın apparatlardıń biri bolıp esaplanadı hám ol kóplegen matematikalıq programmalastiriw usılları menen tıǵız baylanisli. SP usılları hám oniń ápiuayilasqan formaları uliwma bilim beretuǵın hám orta arnawlı oqıw orınlarında da úyretiledi. Máselen mekteplerde oqıwshılarǵa túsinikli bolıwı ushin kishi ólshemdegi hám ápiuayı, hám kúndelikli turmista kórip júrgen máselelerdi úyretip, sol arqalı model, optiyallastiriw, maqset funksiya, shegaralawshı shártler túsiniklerin engiziw menen birge ol máselelerdi KM texnologiyasın úyretiw kerek. Bul usıl birinshiden oqıwshılardıń qızıǵıwshılıǵın payda etedi hám oylaw qabiliyetlerin kúsheytedi. Informatika pání ámeliy pán sipatında hámme panlerdi oqitiw prosesinde qatnasadı. Ásirese matematika, fizika, ximiya, biologiya hám informatika pánleri arasında tıǵız baylanis bolıwı shárt.

Endi mektep oqıwshıları ushin matematika hám informatikani baylanistiratuǵın bir másele qarayıq. Fermada mallar ushin úsh túrli ot-jem bar. Solardan eki túrli maydalanǵan A hám B túrdegi aralaspası tayarlanadı. Ot-jemniń bahası hám talap etiletuǵın aralaspasınıń shamai tablitsadaǵıday bolsın. Ot-jemniń ózine túser bahasın minimallastiriwimiz kerek. Bul misaldiń mazmúwni oqıwshılarǵa túsinikli, biraq oni sheshiw ushin olarǵa modeldi dúziw jolların úyretiwimiz kerek.

Aralaspa	1	2	3	talap
A(kg)	10	6	12	50
B(kg)	7	10	11	45
Ot-jem bahası	2.20	1.95	2.87	

Modeldi dúziw ushin ot-jemniń mugdarın $X=(x_1, x_2, x_3)$ dep belgilep alamız. Sonda :

$$10x_1 + 6x_2 + 12x_3 \geq 50,$$

$$7x_1 + 10x_2 + 11x_3 \geq 45$$

sistemasına (shegara shárt dep ataladı) hám $F= 2,2x_1 + 1,95x_2 + 2,87x_3 \rightarrow \min$ (maqset funksiya dep ataladı) shárti orınlanatuǵın modelge iye bolamız.

Bul máseleni sheshiw ushin Excel de “Поиск решения” programmasınan paydalanamız. Bul programma sızıqlı programmalastiriw máselelerin Excel de sheshiwge múmkinshilik jaratadı. Excel di iske qosamız hám berilgen maǵlıwmatlardı tablitsaǵa ornalastıramız.

	A	B	C	D	E
--	---	---	---	---	---

1	10	6	12	50	0
2	7	10	11	45	0
3					
4	0	0	0		
5					
6	2.20	1.95	2.87		0

Tablitsadaǵı keteksheler tómenдеgi mánislerdi qabil etedi: $A1:D2$ =teńsizlikler sistemasındaǵı koefficientler; $A6:C6$ =ot-jem bahalari; $A4:C4$ =sheshimniń(X-tiń) baslanǵısh mánisleri (programma iske tuskende optimallastiriladi); $E1:e2=A*X$ tiń mánisi; $E6$ =maqset funksiyaniń mánisi (baslanǵısh mánisi 0-ge teń).

“Sheshimdi izlew” programmasi “Сервис\Поиск решения...” Meniyi arqali shaqiriladi. “Поиск решения” aynasi ashiladi. Endi tómenдеgi parametrlerdı ornatiwimiz kerek: “Установить целевую ячейку” – E6; “Равной минимальному значению” di iske qosamiz; “Изменения ячейки” maydanında $A4:C4$ diyarozonin kórsetemiz “Ограничения” oblastında “Добавит” túymesin basamiz hám “Добавление ограничений” aynasında $E1 \geq D1$, $E2 \geq D2$ shegaralarin kiritemiz; “Параметры” túymesin basamiz hám ashilǵan aynada “Линейная модель”; “Неотрицательные значения” qatarlarin belgiler, “Оценка”-“Линейная” túymelerin tańlap alamiz. Programmani iske qosiw ushin “Поиск решения” aynasında “Выполнить” túymesin basamiz. Esaplaw nátiyjeleri tablitsaniń ózgeritiletuǵın ketekshelerine jaziladi. Nátiyjeler aqirǵı tablitsada keltirilgen.

	A	B	C	D	E
1	10	6	12	50	50
2	7	10	11	45	45
3					
4	0.38	0.00	3.85		
5					
6	2.20	1.95	2.87		11.88

Oqiwshilar programmaniń ishinde qanday operatsiyalar orinlanatuǵının bilmeydi. Oni oqitiwshiniń ózi túsindirivi lazim.

J U W M A Q

Dissertaciya jumisında alınǵan nátiyjelerge tiykarlana otırıp tómenдеgi juwmaqqa keliwge boladı.

1. Optimallastırıw máseleleri operatsiyalardı izertlew iliminiń tiykarı bolǵanlıqtan bular boyınsha tariyxıy derekler keltirildi.

2. Kompyuterli modellestiruw texnologiyası boyınsha ilimiy-ámeliy izertlewler analiz etildi hám pikirler aytıldı.
3. Kompyuterli modellestiruw texnologiyası boyınsh izertlew jumısların alıp barǵan ilimpazlardıń ilimiy jumıslarınan paydalanıp, ilimiy metodikalıq hám ámeliy xarakterge iye bolǵan izertlew jumısları orınlandı;
4. Sızıqlı program malstırıw máselelerinde ushırasatuǵın ayırıqsha jaǵdaylardı (shegaralawshı shártlerdiń sáykes kelmewı, sheklenbegenligi, alternativ sheshimlerdiń payda bolıwı hám t.b. jaǵdaylar) izertlendi;
5. Orta arnawlı oqıw orınlarınıń oqıtıwshıları ushın optimallastırıw máselelerin modellestiruw texnologiyası boyınsha metodikalıq kórsetpeler islenip shıǵıldı;
6. Optimallastırıw máseleleri boyınsha qanday jumıslardı orınlaw kerek, qanday ilimiy tiykarlanǵan teoriyalıq izertlewler bar, olardı ámelde qalay paydalanamız, talabalarǵa hám oqıwshılarǵa qanday formada táriyplewımız kerek, usı sorawlarǵa juwap qaytarıldı;
7. Ilimiy-ámeliy máselelerdi sheshiwge jaramlı bolǵan modeller dúzildi;
8. Joqarı oqıw orınlarında talabalar ushın túsinikli bolǵan kompyuterli modellestiruw texnologiyası usınıs etildi;
9. Orta arnawlı oqıw orınlarınıń oqıwshıları ushın paydalanıwǵa bolatuǵın kompyuterli modellestiruw texnologiyası MS EXCELde orınlandı;
10. Dissertatsiya teması boyınsha orınlanǵan jumıslardı bilimlendiriw sistemasında qalay paydalanıwǵa bolatuǵınlıǵı haqqındaǵı pikirler aytıldı.
11. Optimallastırıw máselelerin kompyuterli modellestiruw texnologiyası boyınsha ilim-izertlew jumısların alıp barıwǵa beyimlestirilgen ilimiy teoriyalıq derekler analiz etildi.
12. Kompyuterli modellestiruw texnologiyası boyınsha joqarı oqıw orınlarınıń talabaları paydalana alatuǵın ámeliy máseleler táriyplendi hám olardı sheshiw usılları analiz etildi.
13. Jumıstıń temasına sáykes hám orta arnawlı oqıw orınlarınıń oqıwshıları qızıǵatuǵın dárejede júdá ápiyawı hám ańsat sheshiletuǵın optimallastırıw máseleleri tańlap alındı hám olar ushın kompyuterli modellestiruw texnologiyasın paydalanıw usılları atap kórsetildi .

Paydalangan ádbiyatlar.

1. Макаров Н.В., Волков В.Б. Информатика: Учебник для вузов – СПб: Питер, 2011.-576с.
2. Практикум по информатике: Учебное пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений/ А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер; Под ред. Е. К. Хеннера.-2-е изд.,стер.-М.:Издательский центр «Академия», 2005.-608с.
3. Камилов М. М. Эргашев А. Х. Математик моделлаштириш. ТАТУ, Ташкент 2007.-176б.
4. Таха Х. Введение в исследование операций : в 2-х книгах. Кн. 1. Пер. с англ. – М: Мир, 1985. – 479с.
5. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. - М.: Наука, 1986.-321с.
6. Математические методы и модели исследования операций: Учебник для студентов вузов/под ред. В.А. Колемаева. – М.: ЮНИТИДАНА, 2009.-592с.
7. Супрун А.Н., Найденко В.В. Вычислительная математика для инженеров -экологов. – М.: АСВ, 1996.-391с.
8. Леоненков А.В. Решение задач оптимизации в среде MS Excel. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.-704с.
9. Гарнаев А.Ю., Рудикова Л.В. Microsoft Office Excel 2010: разработка приложений. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.-528с.
10. И.Спира. Microsoft Excel и Word 2013. Учиться некогда не поздно. Издательство: Питер, 2014. 256с.
11. U.Yuldashev, F.Sharipxodjayeva, F.Zokirova. Sonli usullar. O'quv qo'llanma. Toshkent, TDPU, 2012 y.
12. G.P.Ismatullayev, M.S.Kosbergenova. Hisoblash usullari. O'quv qo'llanma. T.: "Tafakkur bo'stoni", 2014 y.
13. К.Сафоева. Математик программалаш. Ўқув қўлланма. Т.:УАЖБХТ, 2004 й.
- 14.Отаров А.О., Жумамуратов Р.Т., Отаров А.А. Сызыклы программаластырыўдың санлы усыллары. – Нөкис: ҚМУ баспасы, 2006.
- 15.Ещанов М. А., Кутлымуратова Д. А. Математическое и компьютерное моделирование некоторых статических и динамических объектов в условиях функционирования “Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики“ 6-я научно-практическая интернет-конференция. Толянти-2015.
- 16.Ещанов М., Абдукаримов Н., Мухиятдинова А. Оптималластырыу маселелерин компьютерли моделлестириу технологиясы. Матерялы республиканской научно-практической конференций с участием зарубежных учёных «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ» НУКУС-2018
- 17.Ещанов М., Абдукаримов Н., Мухиятдинова А. Мектеплерде оптималластырыу маселелери бойынша баслангыш билим бериу методикасы. %ПИИИ Каракалпакстан филиалы «МУГАЛЛИМ

ХАМ УЗЛИКСИЗ БИЛИМЛЕНДИРИУ» №4 2018 жыл. Илимий-методикалык журнал

18. Ещанов М., Абдукаримов Н., Мухиятдинова А. Компьютерли моделлестириу технологиясын окуушыларга уйретиу методикасы. «Хазирги заман анык хам техникалык илимлеринин машкалалары хам олардын шешимлери» атамасындагы Республикалык илимий теориялык конференция МАТЕРИАЛЛАРЫ. 1-болим, НУКУС-2018 ж.
19. Математическое программирование в примерах и задачах. Акулич И.Л. http://rapidshare.com/files/6775262/akulich_matem_natahaus.rar)
20. Численные методы – Бахвалов (http://win-web.ru/uchebniki/load/bahvalov_chisl_meth-99460d52f5a71d4cc1b7dcd133dc6cea.html)

Q O S I M S H A

MS EXCEL ortalıǵında optimmalastırıw maselelerin sheshiw usılları.

1. Sızıqlı programmastırıw (SP) máselelerin sheshiw usılları

Biz joqarıda SP máseleleriniń dara jaǵdayların qaraǵan edik. Bunıń ulıwma formulirovkası tómendegishe táriplenedi.

Maǵset funksiya: $F = \sum_{j=1}^n C_j X_j \rightarrow \max(\min)$. (1)

Shegara shártler:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = 1 \dots k,$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, \quad i = k + 1, \dots m,$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad i = m + 1, \dots l,$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots n.$$

Házirgi dáwirde sızıqlı programmastırıw máselelerin sheshiwdiń effektiv algoritmleri islep shıǵılǵan. Máseleni grafikalıq usılda sheshkende belgili

faktlarğa súyenemiz, al n -ólshemli keńislikte jol qoyılğan sheshimler kópłigi kópjaqlını payda etedi. Bunı qağazda súwretlew qıyın. Biraq bizge belgili bolğanı sol, egerde jol qoyılğan kópplik bos bolmasa, onda kópjaqlınıń birde bolmasa bir ushında funksiyanıń maksimumı (minimumı) álbette bar boladı. Máseleniń ólshemi $n=2$ bolğan jaǵdayda hám sheklewlerdiń sanı az bolsa, onda grafikalıq usıl jeterli dárejede effektiv boladı. Sızıqlı programmalastırıw máselelerin sheshiwde tiykarǵı sanlı metod bul simpleks-metod bolıp tabıladı. Házirgi waqıtta bul metodtıń teoriyalıq hám esaplaw aspektleri jaqsı islep shıǵılğan. Bul standart programmalar túrinde ámelge asırılğan [1].

Simpleks-metod boyınsha kishi kólemdegi máselelerdi de qoldan esaplawdıń zárúrligi qalmaq, sebebi simpleks usıldaǵı qálegen operaciyalardı elektron tablicada orınlasa boladı. Elektron tablitsalarda simpleks-metod járdeminde ózgermeler sanı 200 ge shekem, al sheklewler sanı 600 ge shekem bolğan máselelerdi sheshiwge boladı.

Biz kompiuterli modellestiriw texnologiyası oqıwshılarǵa túsiniqli bolıwı ushın ózgeriwshiler hám sheklewler sanı az bolğan anıq mısallardı oqıwshılar názerine usınamız.

1.Mısal: konditer tsexı 3 túrdegi ónim shıǵaradı: M_1 , M_2 , M_3 . Ónimlerdi islep shıǵıwda 3 túrli shiyki zat qollanıladı: P_1 , P_2 , P_3 . Shiyki zat xorı(zapası) sheklengen: birinshi túrdegi shiyki zat $P_1= 2660$ birlikte, ekinshi túrdegi shiyki zat $P_2- 2000$ birlikte, úshinshi túrdegi shiyki zat $P_3 - 3030$ birlik muǵdarında.

Bir ólshemdegi ónimge ketetuǵın shiyki zat normaları belgili: M_1 óniminiń 1 birligin islep shıǵıw ushın P_1 shiyki zatınıń 2 birligi talap etiledi, P_2 shiyki zatınıń 1 birligi, P_3 shiyki zatınıń 3 birligi; M_2 óniminiń birligin islep shıǵarıw ushın P_1 shiyki zatınıń 1 birligi, P_2 shiyki zatınıń 3 birligi, P_3 shiyki zatınıń 4 birligi; M_3 ónimiń birligin islep shıǵarıw ushın P_1 shiyki zatınıń 3 birligi, P_2 shiyki zatınıń 2 birligi, P_3 shiyki zatınıń 1 birligi kerek boladı.

Ónim birligin satıwdan alınatuǵın dáramat muǵdarı belgili: M_1 20 birlik kóleminde dáramat keltiredi, M_2 24 birlik kóleminde, M_3 28 birlik kóleminde.

Shiyki zat xorlarınıń sheklengenliginen kelip shıǵa otırıp, M_1 , M_2 , M_3 ónimlerin satıwdan maksimal dárejede dáramat alıw ushın olardı islep shıǵarıwdıń optimal jobasın dúziw kerek. Bul máselege kerekli dáslepki maǵlıwmatlar 1-tablitsa berilgen.

1 - Tablitsa

SHiyki zatlar túri	M_1	M_2	M_3	SHiyki zatlardıń ulıwma muǵdarı
P_1	2	1	3	2660
P_2	1	3	2	2000
P_3	3	2	1	3030
Bir birlik ónimnen alınatuǵın payda	20	24	28	MAX

Máseleniń matematikalıq modelin dúzemiz:

Belgisizlerdi kiritemiz: x_1 , x_2 , x_3 sáykes M_1 , M_2 , M_3 ónimleriniń sanı.

Máseleniń shegara shártleri tómendegishe jazıladı:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 2660 \\ x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 2000 \\ 3x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 3030 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

Maqsetl funktsiyaniń kórinisi:

$$P = 20x_1 + 24x_2 + 28x_3 \rightarrow \max$$

Máseleniń formulirovkasın keltiremiz: berilgen shegara shártlerdiń orınlanıwın táminleytuǵın hám maqset funkciyaǵa maksimum mánis beretuǵın x_1, x_2, x_3 ózgeriwshileriniń mánislerin tabıw gerek.

III Excel paketinde bul másele **Поиск решения** buyırǵı járdeminde orınlanadı. Eger **Данные** qosımshasında (**вкладка**)da **Поиск решения** komandası bolmasa, onı ornataw ushın **Файл** → **Параметры** komandasın orınlawımız gerek boladı, **Надстройки** → **Выделить строку пакет анализа** **Перейти** → knopkasın basıp **Поиск решения** komandasına bayraqsha qoyıp, OK túymesin basıw gerek. Bunnan keyin **Данные** qosımshasınan **анализ** gruppasında **Поиск решения** niń tusına bayraqshanı qoyıp, **OK** túymesin basamız. Bunnan keyin **Данные** qosımshasınıń **Анализ** gruppasında **Поиск Решения** buyırǵı payda boladı.

Optimallastırıw máselesin sheshiw ushın tómendegi ámellerdi orınlaw gerek:

a) elektron tablitsanı tayarlaw (1-súwret);

A3 : S3 ketekshelerdi (**переменные** : x_1, x_2, x_3 ózgermelерdiń mánislerin olardıń astına jazamız) toltıramız , bular baslangısh juwıq sheshim bolıp esaplanadı, máselen:

$$x_1 = 1, x_2 = 1, x_3 = 1.$$

B4 ketekshesine maqset funktsiyanı jazamız:

$$= 20x_1 + 24x_2 + 28x_3$$

A6 : A8 ketekshelerine shegara shártlerdiń shep jagındaǵı ańlatpalardı

Jazamız:

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

$$= x_1 + 3x_2 + 4x_3$$

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

B6 : B8 ketekshelarına sheklewlerdiń oń bólimlerin kiritemiz. Bul máseleniń qoyılıwın táriyplewshi tablitsa bolıp esaplanadı.

	A	B	C
1	Переменные		
2	x1	x2	x3
3	1	1	1
4	целевая функция	$=20*A3+24*B3+28*C3$	
5	Ограничения		
6	$=2*A3+B3+3*C3$	2660	
7	$=A3+3*B3+4*C3$	2000	
8	$=3*A3+2*B3+C3$	3030	

1- Tablica: dáslepki maglıwmatlardıń jazılıwı.

1– tablicadagı maglıwmatlarǵa sáykes alınǵan nátiyjeler 2-tablicada keltirilgen.

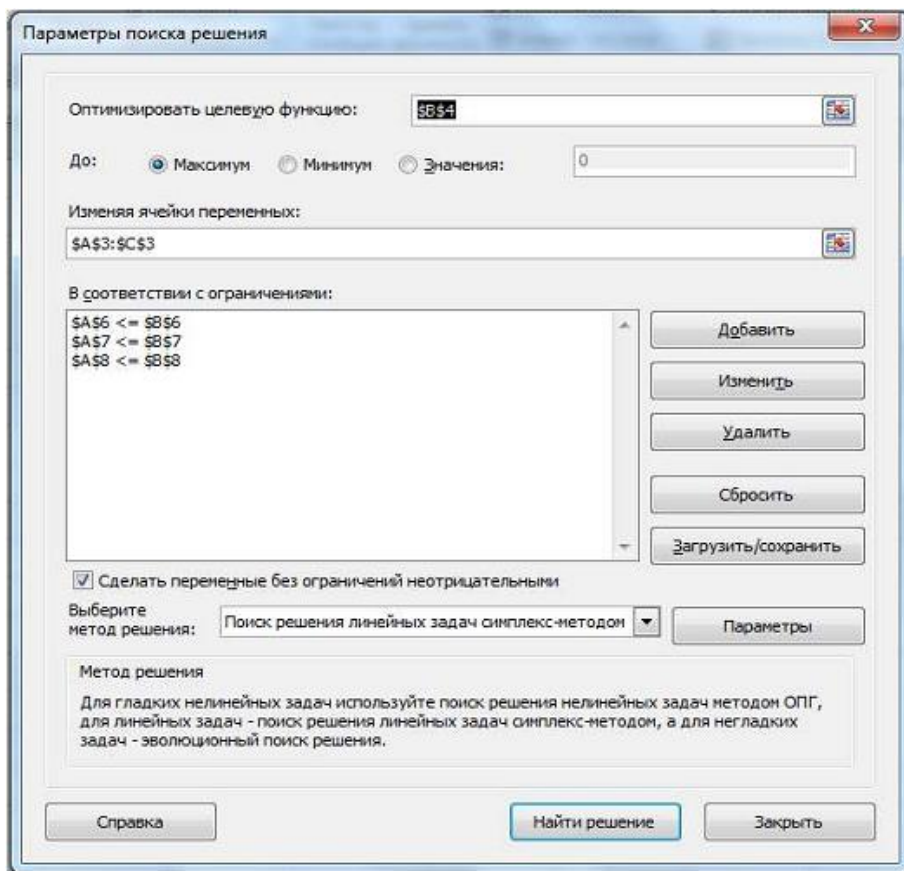
	A	B	C
1	Переменные		
2	x1	x2	x3
3	1	1	1
4	целевая функция	72	
5	Ограничения		
6	6	2660	
7	8	2000	
8	6	3030	

b) Bunnan keyin **Данные**→ **Поиск решения** buyırıqların tańlaymız hám ashılǵan dialoglı aynanı toltıramız (3-súwret). **Параметры поиска решения** aynasında **Установить целую ячейку** maydanshasında **Оптимизировать целевую функцию** funktsiya ketekshesi belgiengen, ol ushın maksimum, minimum hám berilgen mánisler jazıladı. Bizlerdiń tapsırmamızǵa sáykes bul maydanshaǵa **\$B\$4** jazıladı.

Равной gruppasına ózgerتكishdi qoyıw jolı menen sheshim hám maqsetli funktsiya arasındaǵı óz-ara baylanıs túri beriledi. Funktsiyanıń minimal yamasa maksimal mánisin tabıw ushın bul ózgerتكish (переключател) **Максимальное значение** yamasa **Минимальное значение** jagdayına qoyıladı, Eger maqset funktsiyanıń mánisi bázi sanǵa teń bolsa onda maqset funktsiyanıń mánisin tabıw ushın ózgerتكish **значения** belgisine qoyıladı. Sonda kerekli maydanshada sol san kiritiledi.

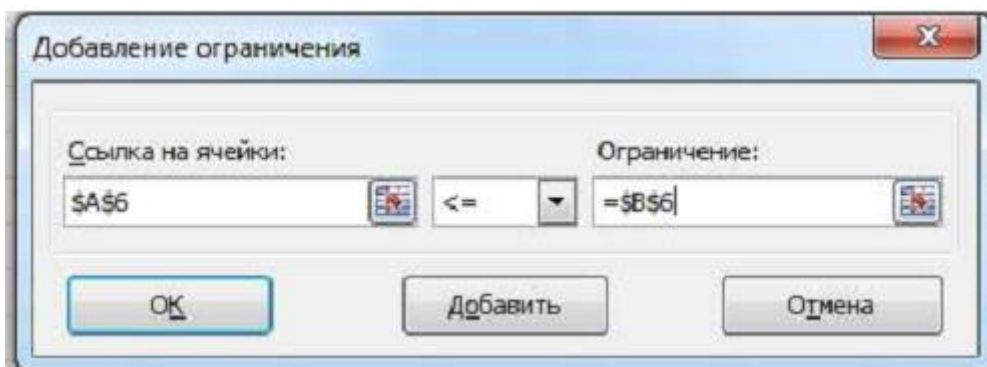
Изменяя ячейки maydanshasında máselenıń sheshimin izlew protsessinde ózgeretuǵın ketekshelar belgilenedi, yaǵnıy máselenıń ózgeriwshilerine

ajratilgan ketekshelar. Biziń jaǵdayımızda bul maydانشaǵa $A_3 : S_3$ kiritiledi.



3-súwret –
Поиск
решения
dialoglı ayna

Ограничения maydانشasında máseleniń ózgeriwshilerine qoyılatuǵın sheklewler sáwlelenedi. **Поиск решения** programması teńlik, teńsizlikler túrindegi sheklewlerdi qabıl etedi, jánede ózgermelерdiń pútin sanlı talapların kiritiwge de jol qoyadı. Sheklewler bir-birlen kiritiledi. Sheklewlerdi kiritiw ushın **Поиск решения** dialoglı aynasında **Добавить** túymesі basıladı hám ashılǵан **Добавление ограничения** dialoglı aynasında maydانشалardı toltırıw kerek. (4-súwret).



4-súwret - **Добавление ограничения** dialoglı ayna.

Ссылка на ячейки maydانشasına A_6 (sáykes ketekshelerdi basıw arqalı) sheklewlerdiń birinshi bólegi kiritiledi, al **ограничения** maydانشasına - B_6 ga sheklewlerdiń оń bólegi kiritiledi . Ashılatuǵ in dizim já rdeminde

sheklewlerdiń sol hám oń bólekleri arasındaǵı (<, =, >, ≥, ≤, цел) qatnas belgileriniń túrleri kiritiledi. Biziń mısalda bul ≤ belgisi.

Добавление ограничения dialoglı aynasında **Добавить** túgmeshesin basıw kerek hám m ózgermelerge qoyılatuǵın gezektegi sheklewlerdi izbe-iz kiritiw tiyis. OK túgmeshesin basıw sheklewlerdiń kiritiliwin tamamladı. Olar **Поиск решения** dialoglı aynasında kórinedi.

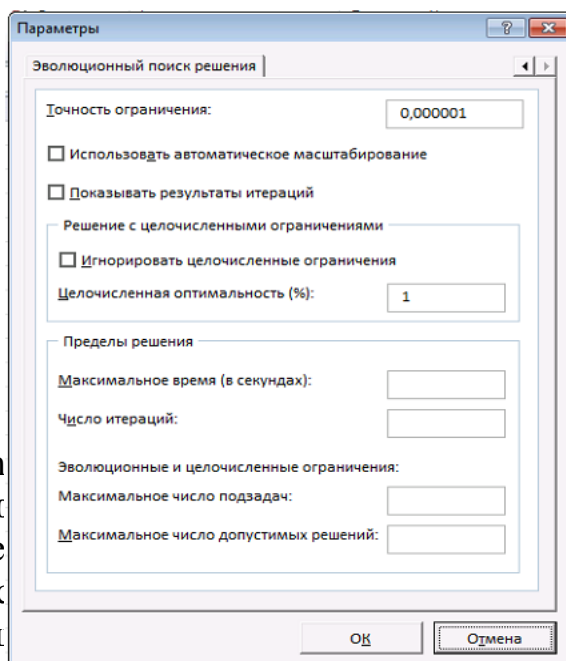
Сделать переменные без ограничение неотрицательными qatarına bayraqshanı qoyıw arqalı ózgermelerdiń teris emeslik talabı belgiilenedi.

Добавить, Изменить hám m **Удалить** túymeleri, óz gezeginde, qosımsha sheklew, dizimde tanlanǵan sheklewler túrin ózgeriw yamasa onı óshiriwge múmkinshilik beredi.

Máseleni sheshiw metodın kiritiw ushın ashılatuǵın **Выберите метод решения** diziminen **Поиск решения линейных задач симплекс методом** buyrıǵın tańlap alıw kerek.

v) Optimmalastırıw protsedurasınıń parametrlerin anıqlaw ushın (zárúr bolganda) **Поиск решения** dialoglı aynasında **Параметры** degen túymesheni basıw kerek. Ashılǵan **Параметры** dialoglı aynasında berilgen máseleniń sheshimin tabıw sharayatları hám variantların ózgeriwge boladı. Usı aynanıń elementlerin kórip shıǵamız (5 - súwret).

Точность ограничения maydanshası dállikti kiritiw ushın qollanıladı. (0; 1) intervaldaǵı san sáykes ketekshelerdegi mánislerdiń shártke tuwrı keletuǵınlıǵın yamasa belgilengen shegaraǵa jaqınlasıwın anıqlaydı. Belgilep ótiwimiz: ara-arasında, sheklewlerdi joqarı anıqlıq penen orınlawdıń ornına, shegaranı ornınan jılıtıp, sheklewlerdi ózgeriw ańsatıraq boladı.



5-súwret shesh
Максимально
shekleniwine xızme
quraydı. Eger wa
Число итера
basqarıwǵa xızmet etedi.

ǵı aynası.
ewge ketetuǵın waqıttıń
awı kerek, ol 9,1 saattı
00 sekund beriledi.
klew jolı menen waqıttı

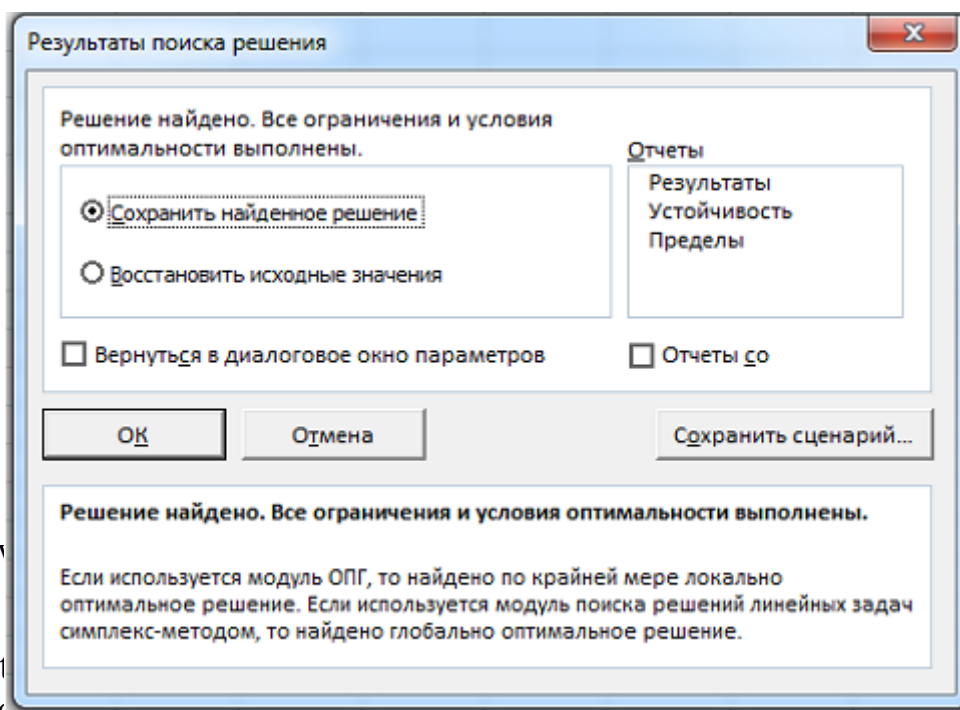
Целочисленная оптимальность maydanshası, egerde hárekettegi ketekshelerdiń kópshiligi pútin san menen sheklengen bolsa, onda optimal sheshimnen shetlewge ruxsat beriw ushın xızmet etedi. Bunday máselelerde

dáslep optimal pútin emes sanlı sheshim alınadı, sońınan eń jaqın pútin sanlı noqat izlenedi. Bunday sheshimlerdiń mánisi optimaldan úlken bolıwı da kishi bolıwı da múmkin. Sonıń ushın alingan úzliksiz sheshimniń dógerigindegi pútin sanlardı tolıq tekserip shıǵıw kerek.

Автоматическое масштабирование bayraqshası kiris hám shıǵıs ózgeriwshilerdi avtomat túrde normallastırıp, olardı iske qosıw ushın paydalanılaqdı.

Показывать результаты итераций bayraqshası arnawlı dialoglı aynada iteratsiya nátiyjelerin kóriw ushın hám sheshim izlewdi toqtatıwǵa qollanıladı. Ol yamasa bul máseleni sheshiw yamasa optimal noqatǵa qaray bárshe háreket protsessin analiz etiw ushın iteratsiyalar sanın bahalaw talap etilse maqsetke muwapıq boladı.

g) Kerekli parametrlerdı ornalastırıp bolǵ annan keyin **OK** túgmeshesin basıw kerek hám **Поиск решения** aynasında **Найти решение** túymeshesin basamız k. Nátiyjede **Результаты поиска решения** (6-súwret) aynası ashıladı, ol sheshimniń tabılǵanın (tabılmaǵanın) yamasa másele sheshimin izlewdiń toqtatılǵanın (máselen itimallı sheshimlerdiń kópligi bos yamasa iteratsiyalıq protseduralardıń toqtap qalıwın) bildiredi



6-súw

tablı

bolac

al B4 ketekshede- maqset funksiyanın maksimal mánisi saqlanadı. Sheshimlerdiń ná tiyjeleri 7- súwrette kórsetilgen.

буып, электрон
рин saqlawǵa
payda boladı,

	A	B	C
1	Переменные		
2	x1	x2	x3
3	920	0	270
4	целевая функция	25960	
5	Ограничения		
6	2650	2660	
7	2000	2000	
8	3030	3030	

7-Сúwret. Máseleniń sheshimi.

Alınған nátiyjeler tiykarında tómendegi juwmaqtı shıǵarıwǵa boladı: konditer tsex1 birinshi túrindegi M1 ónimnen 920 shártli birlikte , úshinshi túrdegi – M3 ónimnen 270 shártli birlikte shıǵarıwı tiyis, al ekinshi túrindegi M2 ónimdi shıǵarıw paydasız. Bunday ónimdarlıq reje tiykarında bar bolǵan sheklewlerdiń esaplanǵanlıǵı menen 25960 shártli birlikte maksimal dáramat alınadı.

Тип отчета diziminde másele sheshiminiń barısı haqqında maǵlıwmat alıw ushın kitap betine jaylasatuǵın esabattı alıwǵa boladı. Esabatlardıń túrleri tómendegishe boladı:

Результаты (nátiyjeler) – esabat tayarlawǵa paydalanıladı. Bunda: másele sheshimine ketken waqıt, iteratsiyalar sanı, sheshim izlew parametrleri, maqset funktsiyalar haqqında maǵlıwmatlar, ózgeriwshileri hám sheklewleri bar keteksheler haqqında maǵlıwmatlar beriledi.

Устойчивость (isenimliliǵı) – maqset funktsiyasında yamasa sheklewler formulalarındaǵı kishi ózgerislerge sheshim sezgirliǵı haqqında maǵlıwmatlar kiretuǵın esabat. Bul esabat eki bólimge iye: birinshisi ózgeriwshi keteksheler ushın, al ekinshisi sheklewler ushın. Hár bir ketekshedeǵı oń bagana sezgirlik haqqında maǵlıwmatlı óz ishine aladı. Ózgeriwshi keteksheler ushın arnalǵan bólim normalasqan koeffitsient ushın mánislerdi qabıl etedi. Ol maqset keteksheniń tiyisli ózgeriwshiler ketekshesindeǵı mánisleri bir birlikke ósiwine sáykes juwap qaytaratuǵınlıǵın kórsetedi. Usıǵan uqsas Lagranj kóbeytiwshisi sheklewler bóliminde makset ketekshenin kalay etip sáykes sheklewler mánisiniń bir birlikke kóbeygenine tásirletuǵının kórsetip beredi.

Приделы(shegaralar): bul esabatta makset funktsiyanın ketekshesin, máseleniń baslanǵısh keteksheliriniń dizimin, olardıń mánilerin, jáne de bul mánislerdiń jokarǵı hám tómengi shegaralırn óz ishine aladı. Jokarǵı hám tómengi shegaralar – bul shegara shártlerdi esapqa alǵan halda ketekshelerdiń qabıl etetuǵın minimal hám maksimal mánisleri bolıp esaplanadı.

A`meliy máselelerdiń kópshiligi SP (sızıqlı programmalastırıw) máselesine keltiriledi:

1. Karxanada ónim islep shıǵarıwdı jobalastırıwda resurslardı optimal bólistiriw máselesi (assortiment xakkında másele);
2. Belgilengen assortimentti islep shıǵarıwdın maksimum máselesi;
3. Aralaspalar haqqında másele (ratsionda, dietada x.t.b.);

4. Transport máselesi;

5. Bar múmkinshilikti ratsional paydalanıw xaqındaǵı másele.

2. Sızıqlı programmalastırıwdıń transportlı máselesi.

Házirgi waqıtta ámeliyatta kóplegen túrli mashqala hám máseleler bar, olardıń matematikalıq modeli sızıqlı programmalastırıw (SP) máselesine keltiriledi. Olarǵa, másele: xızmetkerler shtatın jobalastırıw, is haqı fondın, reklama kompaniyasın jobalastırıw, kapital kirimlerdi optimizatsiyalaw, texnologiyalıq imkaniyatlar sheńberinde bar bolǵan resurslar menen kárxananıń dáramatın maksimallastırıw, xabar sistemasınıń optimal strukturasını saylaw h.t.b. kiredi.

Mısal retinde ratsion tuwralı másele beremiz.

Meyli, n túrli azıq awqatlar (nan, gósh, sút h.t.b.) hám m túrli juǵımlı zatlar (belok, uglevodlar, vitaminler h.t.b.) bar.

Tómendegi parametrler belgili:

a_{ij} ($i=1,2,\dots,m$; $j=1,\dots,n$): j – ónim birligindegi i - juǵımlı zattıń quramı;

C_j - j – ónim birliginiń baxası;

b_j - j – juǵımlı zatqa bolǵan talap.

Kerekli azıqlıqta kúndelikli ratsiondı islep shıǵıw talap etiledi, hám oǵan minimal shıǵın shıǵıw gerek.

Máseleniń matematikalıq modeli tómendegi kóriniske iye:

Meyli X_j – kúndizgi ratsiondaǵı j -ónimniń muǵdarı.

Sonda maqset funksiya sıpatında

$$f = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Qosındısı alınadı: barlıq ónimlerdiń bahası minimal bolıwı gerek.

$$f = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min \quad (8)$$

Bul jaǵdayda hár bir zatqa talap qanaatlandırılıwı shárt.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_j, \quad i = 1, \dots, m \quad (9)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

Bul sızıqlı programmalastırıwdıń *transport máselesi* bolıp tabıladı. Sóz benen bul máseleni tómendegishe táriplewge boladı:

Meyli A_1, A_2, \dots, A_m punktlarında bir túrdegi qandayda bir ónim islep shıǵarıladı, onıń ústine bul ónimniń islep shıǵarıw kólemi A_i , punktinde a_i birlikti ($i = 1, \dots, m$) quraydı. Islep shıǵarılǵan ónimdi B_1, B_2, \dots, B_n , tutınıw punktlerine alıp barıw talap etiledi, onda bolsa B_j punktında tutınıw kólemi b_j ónim birligin quraydı ($j = 1, \dots, n$). Máselen, islep shıǵarıwshı qanday da bir punktlerden qaysı bir tutınıw punktine tayar ónimnin transportirovkası bolıwı múmkin, bunda transportlıq qá rejetler A_i punktınan B_j punktına shekem s_{ij} aqsha birligin quraydı. Bul jaǵdayda másele júk tasıwdıń rejesin shólkemlestiriwden ibarat bolıp, onıń

ulıwma transport qárejetleri minimal bolıw kerek.

Egerde tayar ónimniń ulıwma kólemi tutınıw kólemine teń bolsa, onda

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j,$$

teńligi orınlanadı. Bul másele balanslı transport máselesi dep ataladı, al teńlik orınlanbasa – balanslı bolmağan delinedi. Balanslanbağan másele jaǵdayında ulıwma jaǵdayda artıq qalǵan ónimlerdi skladqa jaylastırıw menen baylanıslı qárejetlerdi esapqa alıw kerek boladı.

$$\text{Eger } \sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \text{ bolsa,}$$

Onda teńsizliktiń oń jaǵına jalǵan tutınıwshı qosıp teńsizlikti teńleme túrine keltiremiz, al eger teńsizlik belgisi kerisinshe bolsa, onda teńsizliktiń shep jaǵına jalǵan islep shıǵarıwshılardı qosıp balans modeline keltiremiz. Jalǵan parametrlerniń mániswleri nólge teńlestiriledi.

Transportlı má seleniń matematikalık modeli.

Meyli x_{ij} A_i punktinen B_j punktine tasılatuǵın ónimlerdiń sanı. Maqset funksiyası – bul já mi transport qárejetleri, yaǵnıy

Má seledegi $L = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$ belgisizler tómendegi shártlerdi qanaatlandırıwı kerek.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, \quad i = 1, \dots, m$$

(i – shi islep shıǵarıwshı punktten ol jerde islep shıǵarılǵan ónimnen artıq ónimdi tasıp alıwǵa bolmaydı).

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

(j – tutınıwshıǵa ózine kerekli bolǵan muǵdardan kóp ónimdi alıp keliwge bolmaydı). Bunnan tısqarı tasıwlar kólemi teris san bolmawı kerek.

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n$$

Transportlı má selesin sheshiw ushın *potentsiallar metodi* atlı arnawlı algoritm bar. Biraq onı ámelge asırıw, eger n hám m úlken bolsa, qoldan esaplaǵanda miynetti kóp talap etedi. Elektron tablitsalar járdeminde transport máseleleriniń sheshimin tabıw jeterli dárejede tez há m nátiyjeli boladı.

Transport máselesiniń modelin túrli ámeliy máselelerge qollanıwǵa boladı: xordi baskarıw, ózgeriwshı grafiklerdi dúziw, jumıs orınlarǵa xızmetkerlerdi tayınlaw, kapitallardıń aylanısı h.t.b. Bunnan tısqarı, bir neshe túrdegi ónimlerdi tasıwdı esapqa alıw maqsetinde model`diń túrin ózgertiw qıyın emes.

Мисал. Meyli ($n=4$) islep shıǵarıwshı bolsın, onıń óndiris xori sáykes 200, 150, 225, 175 ónim birliklerine teń bolsın. Tutınıwshılar sanı $m=5$ bolıp olardıń buyırtpası sáykes 100, 200, 50, 250, 150 ónim birliklerine teń bolsın. I-shi punktten j -shı punktke júklerdi tasıw bahası C matritsası menen berilgen.

$$C = \begin{bmatrix} 1.5 & 2.0 & 1.75 & 2.25 & 2.25 \\ 2.5 & 2.0 & 1.75 & 1.00 & 1.50 \\ 2.0 & 1.5 & 1.50 & 1.75 & 1.75 \\ 2.0 & 0.5 & 1.75 & 1.75 & 1.75 \end{bmatrix}$$

Transport qarejetlerin minimal etip rejelestiriwi kerek.

Поиск решения kuralın paydalanıp máseleni sheshiw ushın kerekli maǵlıwmatlardı ketekshelerge kiritiw kerek. (8-sú wret)

	A	B	C	D	E	F	G
1	1,5	2	1,75	2,25	2,25		
2	2,5	2	1,75	1	1,5		
3	2	1,5	1,5	1,75	1,75		
4	2	0,5	1,75	1,75	1,75		
5							
6	1	1	1	1	1	5	200
7	1	1	1	1	1	5	150
8	1	1	1	1	1	5	225
9	1	1	1	1	1	5	175
10	4	4	4	4	4	34,75	
11	100	200	50	250	150		

$A1:E4$ ketekshelerine júk tasıw bahası kiritilgen; $A6:E9$ ketekshelerine belgisizlerdiń baslanǵısh mánisleri kiritilgen.

$G6:G9$ ketekshelerine óndiris kólemi kiritilgen, al $A11:E11$ ketekshelerine bolistiriw punktlerindeǵı ónimge degen talaplar kiritilgen. $F10$ ketekshesine maqset funksiyanıń mánisi jazıladı.

$$=SUMMPROIZV(A1:E4; A6:E9)$$

$A10:E10$ ketekshelerine formulalar kiritilgen:

$$=SUMM(A6:A9),$$

$$=SUMM(V6:V9),$$

$$=SUMM(S6:S9),$$

$$=SUMM(D6:D9),$$

$$=SUMM(E6:E9),$$

Bular bólistiriw oraylarına alıp kelinetuǵın ónimlerdiń kólemin belgilep beredi. $F6:F9$ ketekshelerine tómendegi formulalar kiritilgen:

$$=SUMM(A6:A6),$$

$$=SUMM(A7:A7),$$

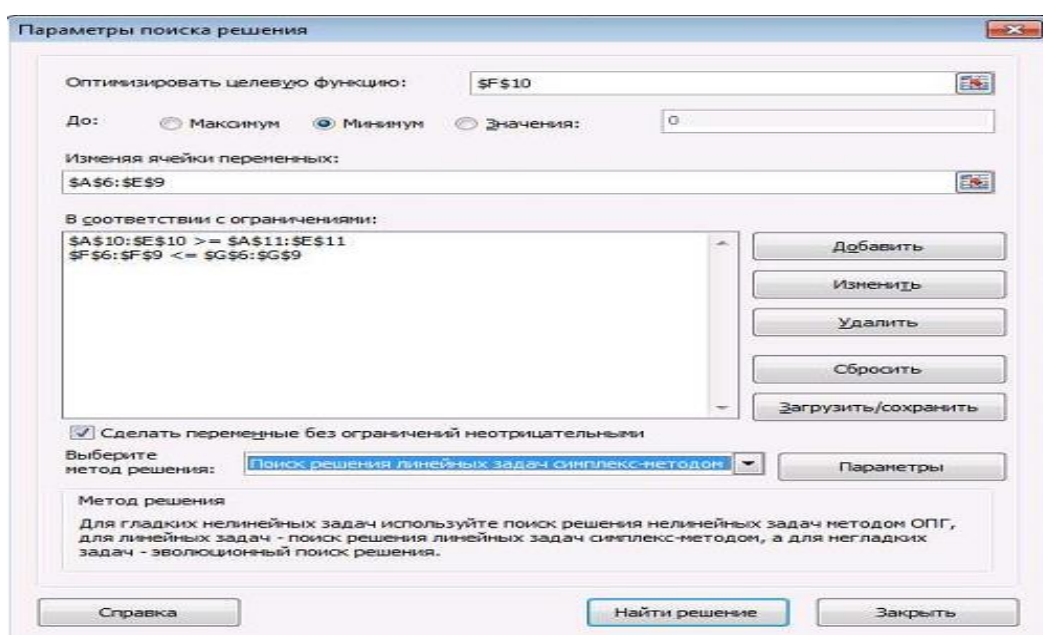
=SUMM (A8:E8),

=SUMM A9:A9),

Bular fabrikadan alıp ketiletuğın ónimlerdiń kólemin esaplaydı.

Keyin **Вкладка Ванные**→ **группа Анализа**→**Поиск решения** komandasın beriw kerek hám ashılğan **Поиск решения** dialoglı aynanı toltırıw kerek.(9 súwret)

Найти решение túymeshesin basqannan keyin **Поиск решения** usılı ónimlerdiń jetkerip beriw hám oğan ketetuğın tiyisli transport qarejetleriniń optimal rejesin tawıp beredi (súwret 10). Kórip shıǵılğan mısalda kórip atırlğan máselede transporttıń minimal ulıwma bahası, F10 ketekshesinde 975 ge teń boladı al optimal transport rejesi A6:E9 ketekshesinde saqlanadı



9-súwret. **Поиск решения** aynas

	A	B	C	D	E	F	G
1	1,5	2	1,75	2,25	2,25		
2	2,5	2	1,75	1	1,5		
3	2	1,5	1,5	1,75	1,75		
4	2	0,5	1,75	1,75	1,75		
5							
6	100	0	50	0	50	200	200
7	0	0	0	150	0	150	150
8	0	25	0	100	100	225	225
9	0	175	0	0	0	175	175
10	100	200	50	250	150	975	
11	100	200	50	250	150		
12							

shıǵa
men
kiriti

islep
h, t, b)
shártin

$$S = \sum_{i=1}^n c_i x_i = \text{putin}(t, s, e, o, e)$$

Basqa da optimizatsiyalıq máseleler ushın Excelde sheshim izlew usılları [4] de jeterli dárejede tolıq táriplenedi (máselen: boyawlardı islep shıǵarıwdı jobalastırıw, eritpelerdiń kuramın anıqlaw, aviakompaniyanıń shtat kestesin jobalalastırıw, jumısqa qabıl etiw xaqındaǵı másele, qosımsha sheklengen haqı tólemi boyınsha transport máselesi h, t, b).

3. Sızıqlı bolmaǵan programmalastırıw máselelerin sheshiw usılları.

Sızıqlı bolmaǵan programmalastırıw máselesi optimallastırıwdıń ulıwmalıq máselesiniń dara jaǵdayları bolıp tabıladı. Bunda nazerde tutiladı, maqset funktsiya yamasa sheklewler sisteması yamasa ekewi de sızıqlı bolmagan ázgeriwshilerdi yamasa belgisizlerdi óz ishinde qamtıydı. Bul sızıqlı bolmaǵan programmalastırıw máselesine tán xarakterli qásiyet. Cızıqlı programmalastırıw máselesine júdá kóplep mısallar keltiriwge boladı. Sızıqlı bolmaǵan optimallastırıw máselelerin sheshiw ushın kóbinese sanlı usıllar qollanıladı. Bulardıń ishinde kobirek qollanılatuǵını gradiyentli usıllar hám olardǵn modifikacijaları bolıp esaplanadı. Atap ótsek: eń tez túsiw usılı; shártli gradiyent usılı; qosımsha adım beriw usılı; gradiyenttiń proekciyası usılı h, t, b.

Excelde sızıqlı bolmaǵan optimallastırıw máseleleriniń optimal sheshimin izlew algoritmi sıpatında Nyutonniń modifikacijalanǵan usılı hám túyinles gradiyentler usılı paydalanıladı. Nyuton usılı ekinshi tártipli usıl bolıp esaplanadı, sebebi shegara shártlerdiń hám maqset funkciyanıń ekinshi tártipli tuwındısı paydalanıladı. Bul usıldıń artıqmashlıǵı sheshimge tez jaqınlasıwı (kvadratlıq tezlikte jaqınlasadı) hám algoritmniń salıstırmalı dárejede ápiwayılıǵı bolıp esaplanadı.

Excelde sızıqlı bolmaǵan optimallastırıw máseleleriniń optimal sheshimin izlew algoritmi de sızıqlı programmalastırıw máselelerin sheshiw algopitmine usaǵan boladı. Bunı tomendegi mısalda kóremiz.

Mısal: Máseleni qoyılıwı:

Maqset funktsiya:

$$f = (x_1 - 4)^2 + (x_2 - 5)^2 \rightarrow \max$$

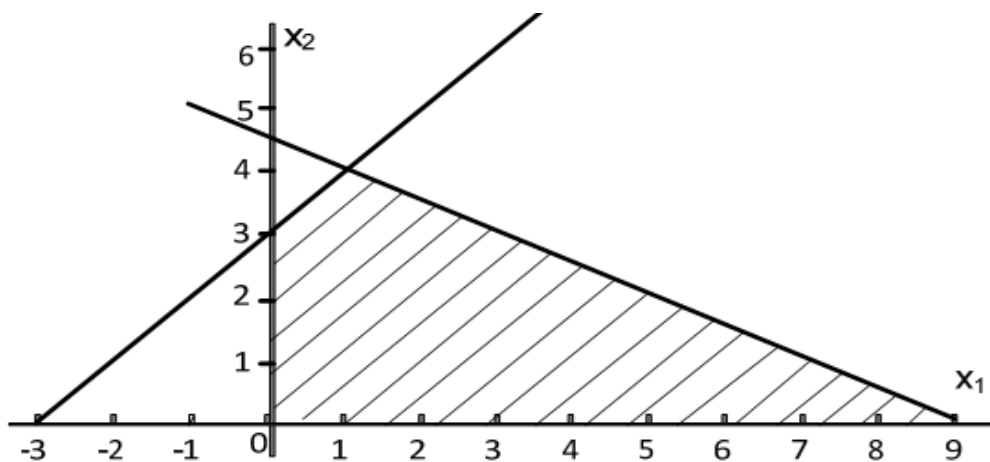
Shegara shárt:

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1 + 2x_2 \leq 9 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Máseleni sheshiw ushın tolıq dárejeli optimallastırıw usıllar kerek boladı:

- 1) ózgermelerge baslanǵısh mánislerdi beriw. Onıń ushın x_1, x_2 keńisliginde múmkin bolatuǵın sheshimlerdi dúziwimiz kerek, ol máseleniń shegara shártine sáykes anıqlanadı.

Baslanǵısh jakınlasıw sıpatında shtrixlangan oblastdan kanday da bir nokattı tanlauga boladı, maselen: $x_1=5; x_2=1.5$



2) Dáslepki elektron tablitsanı tayarlaw: onıń ushın A3 ǵam B3 ketekshelardı x_1 hám x_2 ózgermeleriniń mánislerine ajıratıp, ol jerge baslanǵısh jaqınlasıwları kiritemiz: $x_1=5$. $x_2=1,5$.

B4 ketekshesına maǵsetli funktsiyanı kiritemiz:

- $= (A3 - 4)^2 + (B3 - 5)^2$
- A6:A7 ketekshelerine sheklewlerdin shep bólimindegi formulalardı kiritemiz, al B6:B7 ketekshelerine – sheklewlerdin oń bolimlerin kiritemiz.
- **Отображение формул** rejiminda alınǵan tablitsa 11 súwrette keltirilgen.

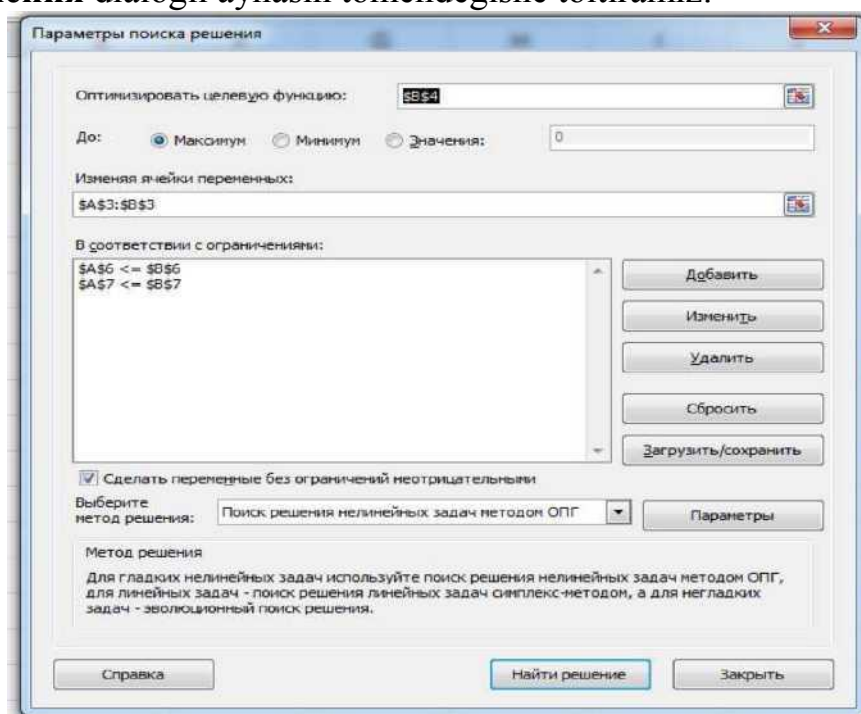
	A	B
1	Переменные	
2	x_1	x_2
3	1	1
4	целевая функция	$=(A3-4)^2+(B3-5)^2$
5	Ограничения	
6	$=-A3+B3$	3
7	$=A3+2*B3$	9

Súwret 11 - **Отображение формул** rejiminda máseleinin sheshimi ushın elektron tablitsa

12 súwrette joqarıdaǵı formulalar boyınsha esaplaw nátiyjeleri menen birge elektron tablitsa berilgen.

	A	B
1	Переменные	
2	x1	x2
3	5	1,5
4	целевая функция	13
5	Ограничения	
6	-4	3
7	8	9

Súwret 12 – Sızılıq bolmağan máseleniń sheshimi ushın dáslepki maǵlıwmat. Bunnan keyin **Данные, Поиск решения** komandasın tanlap, **Поиск решения** dialoglı aynasın tómendegishe toltıramız:



13-súwret Sızılıq bolmağan másele ushın **Поиск решения** dialoglı aynası

Поиск решения aynasında **Найти решение** tugmeshesin basamız. **Результаты поиска решения** aynası ashıladı. Tańlaw maydanshasında ózgertkishdi tańlap tabılǵan sheshimdi **Сохранить найденное решение** tiyisli ketekshelarında saqlap alamız (súwret 14).

	A	B
1	Переменные	
2	x1	x2
3	9	0,0
4	целевая функция	50
5	Ограничения	
6	-9	3
7	9	9

14-súwret. Sızıqlı bolmaǵan programmalaştırıw máselesi ushın esaplaw nátiyjeleri.

Solay etip optimal sheshim alındı: $x_1 = 9$, $x_2 = 0$, $f_{max} = 50$.

Belgilep ótiimiz gerek, eger de baslanǵısh jaqınlasıwlar sıpatında basqa maglıwmatlardı bersek, másele: $x_1=1$; $x_2=1$; bolsa, onda **Поиск решения** buyırǵınan keyin $x_1=0$; $x_2=0$; $f_{max} = 41$. sheshimlerin alamız. Yaǵniy basqa local maksimumdı alamız.

Tilekke qarsı, **Поиск решения** blogı sheńberinde ámelge asırılǵan sızıqlı bolmaǵan programmalaştırıw máselelerdi sheshiwdiń sanlı usılları, global maksimumdı alıwǵa kepillik bere almaydı. Global maksimumdı alıw ushın bizler hár qıylı baslanǵısh jaqınlasıwlarǵa sáykes bir neshe sheshimlerdi alıwımız gerek hám olardan eń úlkenin tańlawımız gerek.

Sonday etip, joqarıda qaralıp shıǵılǵan mısallar, sonı kórsetedi, házirgi waqıtta optimizatsiyallıq máselelerdi sheshiwde PPP Exsel kúshli, nátiyjeli, keń tarqalǵan hám sonıń menen birge ol eń ápiywayı usıl bolıp tabıladı, olardıń kópshiligi ámeliy xarakterge iye.

