

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI**

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**D. Nurmämmedow, M. Handöwletow**

**GEODEZIÝA ÖLÇEMELERI  
AWTOMATLAŞDYRMAK**

Okuw kitaby

Aşgabat -2010

## SÖZBAŞY

### TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW:

- **“Güýçli döwletde ylym esasy orny eýeleýär, diýmek, biz ylmyň iň täze gazananlary bilen aýakdaş gitmelidiris”**

Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde geljegimiz bolan ýaşlaryň dünýäniň iň ösen talaplaryna laýyk gelýän derejede bilim almagy üçin ähli işler edilýär.

Hormatly Prezidentimiz döwlet başyna geçen ilkinji gününden bilime, ylma giň ýol açdy, Türkmenistan ýurdumyzda milli bilim ulgamyny kämilleşdirmek boýunça düýpli özgertmeler geçirmäge girişdi.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň «Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda» 2007-nji ýylyň 15-nji fewralyndaky Permany bilim ulgamyndaky düýpli özgertmeleriň başyny başlady.

Häzirki wagtda milli bilim ulgamyndaky döwrebap özgertmeler ýaş nesliň ýokary derejede bilim almagyna we terbiýelenmegine, giň dünýägaraýysly, edep-terbiýeli, tämiz ahlakly, kämil hünärmenler bolup ýetişmeklerine uly ýardam edýär.

Garaşsyz hem-de Baky Bitarap Türkmenistanyň Beýik Galkynyşlar we özgertmeler zamanasynda Mähriban Prezidentimiziň ýöredýän açyk gapylar syýasatynyň netijesinde “Geodeziýa” pudagy hem düýpgöter ösdi we özgerýär. Şol gazanylan we gazanylýan üstünlikleriň gözbaşynda bu pudagy dünýä ünlülerine laýyk gelýän täze, öndebaryjy daşary yurt

tilsimatlary bilen üpjün etmeklik we olary ýerlerde doly gurnap özleşdirmeklik durýar. Şonuň ýaly hem, ýurdumyzda ylmyň we bilimiň düýpgöter ösmegi bilen, alnan geodeziki maglumatlary işläp düzmegiň täze usullarynyň oýlanyp tapylmagy, ozalky ulanylan usullaryň doly özleşdirilmegi geodeziki işleriň özüne düşýän gymmatynyň has peselmegine, iş öndürijiliginiň artmagyna getirdi.

Biziň ýurdumyzda elektron hasaplaýjy maşynlaryň (kompýuterleriň) geodeziki önümçilige giňden ornaşdyrylmagy geodeziki taslamalary ýokary hilde düzmeklige, geodeziki hasaplamalary ýokary takyklykda ýerine ýetirmeklige mümkinçilik berdi.

Ýazarlar kitapda ýüze çykmagy mümkin bolan ýetmezçilikler barada okyjylardan geljek seslenmeler we kitabyň mazmuny boýunça bellikler üçin olara çuňňur minnetdar bolarys.

## GIRIŞ

Geodeziýa ölçemeleriň netielerini gaýtadan işläp taýýarlamak geodezik torlaryň punktlarynyň koordinatlaryny almak prosesiniň iň esasy bölekleriniň biri bolup durýar, şeýlede bolsa bu problemanyň diňe bir aspertidir. Hakykatdanda hetijeleri gaýtadan işläp taýýarlamak, iş ýüzünde islendik geodezik gurluşyk geodeziýasyndan başlap, klassik trangulýasiýa ölçemelerini işläp taýýarlamaklykda, poligonometriýada, trilaterasiýada we ş.m. gerek bolýar. Ýöne gurluşyk geodeziýa işlerinde gaýtadan işläp taýýarlamaly işleriň möçberi uly hem bolmasa, trangulýasiýa ölçegleriniň netijelerini gaýtadan işlenende ýa-da başga ýokary takykly geodezik işleri işläp taýýarlamaklygyň möçberi diýseň uly bolup durýar. Bu şol işleriň spesifikasiýa bilen baglanyşykly bolýar- ýokary takyklyk hususy ölçemeler geçirilende hem-de olaryň netijelerini gaýtadan işläp taýýarlamakda ýörite usullary talap edýär-deňleşdirmekde ýörite usullaryň ulanylmagy, köp sanda düzedişleriň girizilmegi, ähli alnan netijeleriň hemişe yzarlanyp durulmagy (şol sanda olaryň dogrulygyny barlag etmeklik) we ş.m.

Ýöriteleşdirilen programma üpjünçiligini ulanmaklygyň özüniň awtomatik hasaplamalaryň täze serişdelerini işläp düzmekligi aňlatmaýandygyny aýtmak gerek, sebäbi programma üpjünçiliginiň özi şol serişdeleriň biri bolup durýar we ol öňde goýulan meseläni konfigurasiýalaşdyrmak üçin zerur.

Başgaça aýdanymyzda ölçemeleriň netijelerini işläp taýýarlamaklyk üçin algoritmleri düzmekligiň zerurlygy yok, ýöne berlen meseläni çözmekde programistler tarapyndan programmanyň mümkinçiligiň dogry ulanylmaklyk zerur. Ýöne şu ýerde-de sorag ýüze çykýar.

Sebäbi esasy ýöriteleşdirilen GIS (programma serişdesi) başdan kiçi meseleler toplumyny çözmek üçin niýetlenendir we bu meseleleri giňeltmeklik kynçylyklar bilen baglanyşyklydyr.

Şonuň üçin , eger-de berlen meseläniň çözgüdi GIS-iň mümkinçilikleriniň çäginde bolsa onda mesele ony ulanmak arkaly kynçylyksyz çözülýär, başdan GIS şeýle meseleler üçin döredilmedik bolsa, onda meseläni berlen programmanyň kömegi bilen çözmek diýseň kyn bolýar. Başgaça aýdanymyzda, meselem relefiň gurluşyny öwrenmek we modelirmek üçin niýetlenen GIS gurluşyk geodeziýasyndaky ölçemeleriň netijelerini işläp taýýarlamakda diýseň kyn ýa-da düýbinden mümkin däldir.

Şeýle kynçylyklar elektron tablisalary ýaly uniwersal serideleri ulanylanda bolmaýar, sebäbi şeýle ýagdaýda hemme algoritmler ilki başdan başlap döredilýärwe awtomatizasiýalaşdyrmak baradaky ýüze çykan meseleleri çözmeklikde oňat ulanyp bolmaklygy üpjün edýär, ýöne bu ýerde başga bir kynlyk ýüze çykýar. Sebäbi hasaplamalaryň awtomatlaşdyrmagyň hil serişdeleri-bu kähalatda ýeterlik köp wagt talap edýän kyn prosesdir.

Şol sebäbe görä hem takyk meseleler çözlende olaryň haýsysyna bil baglamalydygyny bilmek üçin dürli geoinformasion sistemalar programmalarynyň mümkiniligini aýdyň göz önüne getirmek zerur, eger-de olaryň arasynda gerekli bolmasa onda meseläni aýratyn işlemeli.

## **Geodeziki ölçemeleri äwtomatlaşdyrmagyň zerurlygy**

"Trangulýasyýadaky deslapky hasaplamalar" işiniň ýerine ýetirilişiniň awtomatlaşdyrylyşy.

Berlen işi ýerine ýetirmek üçin, birmeňzeş hasaplamalaryň bir giden möçberiniň bolmagy berlen prosesi awtomatizasiýalaşdyrmak üçin elektron tablisany düzmeklik amatly bolýar. Munda başga-da her wariantdaky başlangyç berlenleriň dürliligini göz önüne tutmazdan -olaryň mukdary we gurluşy -punktlaryň sanynyň we ýerleşişiniň birligi üýtgemeyän bolup galýar. Şeýle meseleleri çözmeklikde MS

Eksel programmasy ýaramly bolup galýar, sebäbi berlenler tablisa görnüşde berlipdir. Diýmek, daşky görnüşi boýunça tapawutlanmaýan, ýöne hasaplamalar awtomatizasiýalaşdyrylan elektron tablisasynyň toplumyny döretmek zerur. Bu mesele programmanyň başga öýjüklerden alyp berlenleriň işlenip taýarlanmagy bolup geçýän, degişli formullalary öýjüklere ýazylmagy bilen ýönekeýje çözülýär (başlangyç berlenler el bilen göçürilýär).

Meselem, "Ugrukdyrylan burçlaryň we punktларыň arasyndaky taraplaryň uzynlygynyň hasaplanyşy" atly (1-nji surat) tablisa şeýle görnüşde bolýar.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Ugrukdyrylan burçlaryň we punktларыň arasyndaky taraplaryň uzynlygynyň hasaplanyşy									
2										
3	ТИП КТ	X	Y	S	Рух	Траекторья	Минуты	Секунды		
4	1	627979,34	9564041,02	8314,46	-77,7875833	157,2710167	157	13	51,87	
5	2	627980,167	9568233,13							
6										
7	2	627980,167	9568233,13	8381,02	50,22077438	230,2207744	258	13	14,80	
8	3	6274055,33	9567351,1							
9										
10	3	6274055,33	9567351,1	1306,3	14,12286538	11,12286528	11	07	21,60	
11	1	627979,34	9564041,02							
12										

1-nji surat

Şonuň hem sebäbi, Eksel ilkibaşdan geodezik sferadaky işler üçin niýetlenen däl, burç ölçemeleriniň netijeleriniň hödür edilişinde goýulýan formatlaryň bolmazlygy şonuň bilen düşündirilýär. Şeýle hem bolsa, olar el bilen ýeňil amala aşyrylýar. Meselem, burçuň ululygynyň "graduslar, minutlar, sekuntlar" formatyndaky ýazgysy üçin tablisanyň diňe bir sütüni dälde üç sütüni gerek bolan halatynda, bu maglumatlara hem ygtyýar aýratynlykda berilýär.

Bu problemany çözmek üçin gradusdaky ululyklary (ondan bir bölegi) gerek bolan formata geçiýän gurluşy etmeli

boldy, bu ýerde başda ondan birindäki ululyklar zyňylýar we bütin graduslaryň sanyny gurap, soňra bolsa gradusyň ondan bir ululygyny minutlara hem-de sekuntlara geçirilýär .Mysal edip öýjüklerdäki ýasylan formulalary alalyň:

$H4 = OTBP(G4)$  -graduslaryň bütin sany

$I4 = OTBP((G4-H4)*60)$ - gradusyň ondan bir böleginiň 60-a köpeltmek hasylynyň ütin bölegi, başgaça aýdanymyzda bütin minutlaryň sany.

$I4 = OKPYTJI ((G4-H4-(I4/60)*3600;2)$ -gradusyň başky ululygynyň köpeltmek hasyly aýyrmak graduslaryň bütin sany aýyrmak ýap-ýaňyja hasaplanan minutlaryň bütin sany, bölmeli 60-a, köpeltmeli 3600-a we oturdan soň iki belgi tegeleneni = oturdan soň iki belgi takyklykdaky hasaplanan sekuntlaryň sany.

Aşakda MS EXcelde ulanylýan operatorlaryň sanowy getirilen

1-nji tablisa

Оператор	Функция	Мысал
Арифметик operatorlar		
+	goşmak	=A1+1
-	Aýyrmak	=4-C4
*	köpeltmek	=A3*X123
/	bölmek	=D3/Q6
%	процент	=10%
Baglaşdyryjy operatorlar		
:	Aralyk	=СУММ(A1:C10)
;	Birleşdiriji	=СУММ(A1;A2;A6)
&	Ýazgylary birleşdiriji	

Ýokardaky hemme aýdylanlary gysgaça jemläp, umuman geodeziýa hasaplamlary awtomatizasiýalaşdyrmak geodeziýa

bilen bagly bolan dürli oblastlarda zerur diýen netijä gelmek bolar. Önünden muňa şertiň döremegini iş ýüzünde jemgyýetiň hemme sferasyndaky ähliumumu dowam edýän informasiýa we onuň önümçiligiň bahasynyň peselmegini döredýär. geodeziýada Awtomatizasiýa ilkinji nobatda, onuň dürli häsiýetli praktiki meseleleri uly netijelilik we öndürijilikli çözmäge mümkinçilik berýändigini hem-de işiň ýerine ýetiriliş tizligini ýokarlandyryandygy we sýomkalaryň netijelerini gaýtadan işläp taýýarlamaklygyň gymmatyny peseldýändigini üçin gerek.

### **Ms Excel barada umumy düşüňjeler**

Durmuşyň köp ugurlarynda özünde esasy berlenleri we aralyk netijeli ýa-da hasaplamanyň netijesinde alnan netijeleri saklaýan tablisa bilen iş salyşmaly bolýar. Bu maliýe we hasap bilen baglanşykly pudaklaryň hemmesine degişlidir.

Kompýuter zamanyňa çenli esasy berlenler elde ýazylýardy we hasaplamalar hem arifmometrlerde hasaplanyp, soňra tablisalara geçirilýärdi. Şunlukda, kagyz sahypalaryndan ybarat bolan örän uly göwrümlü tablisalar alynýardy we olar toplum görnüşde saklanýardy.

Tablisa hasaplamalarynyň awtomatlaşdyrylmagy işiň hilini we netijeliligini (effektiwligini) örän ýokarlandyrdy.

Tablisa görnüşinde aňladylan berlenleri saklamak we gaýtadan işlemek üçin niýetlenen kompýuter maksatnamasyna elektron tablisalar diýilýär (spreadshor).

Elektron tablisalaryň ilkinji maksatnamalary şahsy kompýuterleriň ýüze çykmagy bilen bir wagtda düzüldi. 1980-nji ýyllarda Super-Calc elektron tablisasynyň döremekligi ykdysady we maliýe hasaplamalary bilen meşgurlanýan adamlaryň aňynda uly özgerişlik geçirdi.

Soňky döran elektron tablisalaryň esasy mazmunyny özünde jemlän Super-Calc tablisasynyň ýüze çykmagy kompýuter tehnikasynyň ösüşinde taryhy waka boldy.



Elektron tablisalary dolandyrmaklygyň iň möhüm serişdelerinden biri Microsoft Excel maksatnamasydyr. Bu maksatnama Windows'95 we Windows'98, Windows'XP operasiýa ulgamlarynda işlemek üçin niýetlenendir. Adatça Microsoft Excel 95 we Microsoft Excel 97, Microsoft Excel XP ulgamlar ulanylýar. Olaryň hemmesiniň işleýiş düzgünleri birmeňzeşdir.

Excel-de her bir sahypa tablisalaryň toplumyndan durýar.

Bir iş kitabyňyň sahypalary, adatça, mowzuklar boýunça baglanyşdyrylýar. Iş kitaby gerek bolsa köp sanly sahypalary özünde saklap bilýär. Her bir sahypasynyň edil aýratyn elektron tablisalary ýaly öz ady bardyr. Excel -de faýyllaryň giňeltmesi XLS bilen belgilenýär.

Tablisalaryň sütünleri A, B, C... latyn harblary bilen belgilenýärler. Egerde harplar ýetmese, onda AA, AB we şuna meňzeşler harplaryň jübütiniň kömegi bilen belgilenýärler. Şunlykda tablisadaky sütünleriň 256-a çenli bolup bilýär. Bu belgileri sütünleriň sözbaşysy diýilýär.

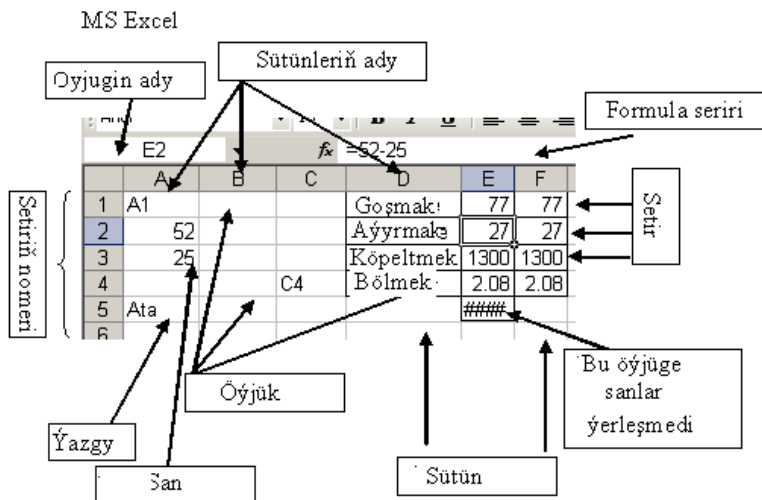
Tablisanyň setirleri bitin sanlar bilen belgilenýärler. Tablisada setirleriň sany 65536-a çenli bolup bilýär.

Tablisanyň öýjükleri sütünleri bilen setirleriň keşişmesinde ýerleşýärler. Olar sütünleriň belgisinden başlanýar sütünleriň we setirleriň belgileriniň birleşmesi (arasy boş, orunsyz) bilen belgilenýärler. Meselem: A1, CZ31, HP6500 we ş. m. Bu belgilere salgylar ýa-da öýjügi ýüzlenmek diýilýär. Excel-de salgylar awtomatik belgilenýär. Öýjükleriň biri mydama işjeň öýjük bolup, onuň daşy gara çyzyk bilen çäklenýär. Onuň belgisi formulalar setirinde ýagtylanýar.

Excel-de menýu setiri şu aşakdaky menýularyň atларыndan düzülýär: Файл, Правка, Вид, Вставка, Формат, Сервис, Данные, Окно, Справка.

Excel maksatnamanyň penjiresi sözbaşy guşakdan (setirden), menýu guşakdan (setirden), ölçegleşdirilen gurallar guşagyndan, ölçegleşdiriji gurallar guşagyndan, formula setirinden, işjeň öýjügiň salgysy ýazylýar setirinden, dik hem

kese aýlaýjy guşoklardan we özünde setirleriň, sütünleriň belgisini, öýjükleriň toplumyny saklaýan jedwelden ybaratdyr. Bu jedweliň aşagynda sahypalaryň atlaryny saklaýan ýörite setir bardyr. Bu setirde açyk sahypanyň reňki tapawutlanýar.



2-nji surat

Dürli tablisalarr dürli berlenleri özünde saklap bilýär. Excel maksatnama berlenlerin esasy üç görnüşini özünde saklaýar : ýazgy, san we formula .

Ýazgy berlenleri – bu islendik uzynlykdaky ýazgydyr.Ýazgy berlenleri özünde saklaýan öýjügi hasaplama üçün ulanyp bolmaýar. Eger-de Excel maksatnama berleni san ýada formula diýip düşüňip bilme, onda ony ýazgy diýip düşüňýär.

San berleni – bu öýjüğe girizilen aýratyn sandyr. Senäni ýada puluň mukdaryny aňladýan sanlar hem san berlenleri bolup bilerler. San berlenlerini özünde saklaýan öýjükler hasaplama üçün ulanyp bilner.

Format→Cells→Excelde sanlary görkezmegin formaty					
Sanlaryn görnüşleri	Number Category	Yönekey sanlar	Числа именованные по категориям	Normal Number	Ölenen sanlaryn görnüşleri
Общая	General	25.75	25.75	1000000	1000000
Числовые	Number	25.75	25.75	1000000	1000000.00
Денежный формат	Currency	25.75	\$25.75	1000000	1,000,000.00 man
Финансовый	Accounting	25.75	\$ 25.75	1000000	1,000,000.00 man
Дата	Date	25.75	1/25/1900	1000000	11/26/4637
Время	Time	25.75	6:00:00 PM	1000000	12:00:00 AM
Процентный	Percentage	25.75	2575.00%	1000000	100000000.00%
Дробный	Fraction	25.75	25 3/4	1000000	1000000
Экспоненциальный	Scientific	25.75	2.58E+01	1000000	1.00E+06
Текстовый	Text	25.75	25.75	1000000	1000000
Специальный	Special	25.75	00026	1000000	1000000
Все форматы	Custom	25.75	25.75	1000000	1,000,000.00

3-nji surat

Eger öýjükde formula ýazylan bolsa, onda bu öýjükde hasaplama geçirilýär. Yagny bu öýjükdäki baha jedweliň başga öýjüklerinde ýerleşen bahalara baglydyr. Egerde öýjükdäki ýazgy “=” –belgi bilen başlansa, onda Excel maksatnama ony formula diýip düşünýär. Hemme formulalaryň netijesi sandyr.

Formula düşünjesi.

D	E	F
Goşmak	=52+25	=A2+A3
Aýyrmak	=52-25	=A2-A3
Köpeltmek	=52*25	=A2*A3
Bölmek	=52/25	=A2/A3

4-nji surat

Sahypanyň ýüzünde hasaplama geçirip bolýan aňlatmalara formula diýilýär. Formula (=) ýazgydan başlaýar. Aşaky mysalda 2-ni 3-e köpeldýän we alynan netijäni 5-e goşýan formulasy görkezilen. =5+2\*3

Formula aşakdaky elementleri äz içine alyp bilýär: elementleri, funksiýalary, operatorlary, konststntalary.

Formulanyň elementleri:

Funksiýalar. pi() funksiýasy 3,142... bahany gaýtarýar.

Ssylkalar (ýa-da atlar). A2 A2 äýjügiň bahasyny gaýtarýar.

Konstantalar (hemişelikler). Bu formula girizilen sanlär ýa-da teks bellikleri.

Operatorlar. ^ operatory sany derejä göterýär, \* bolsa käpeltme hasylyny ýerine ýetirýär.

Funksiýalaryň içindäki formulalar barada

Funksiýalar- öňünden kesgitlenen formulalar, olar berlen argument diýip atlandyrylan we bellenen tertibe laýyklykda ululyklar boýunça hasaplanýar. bu funksiýalar ýönekeý we çylşyrymly hasaplamalary ýerine ýetirýärler. Mysal üçin ОКРУГЛ funksiýasy A10 öýjükdäki sany tegelekleýär.

Funksiýalaryň gurluşy:

Gurluşy. Funksiýanyň gurluşy (=) deňlik bilen başlanýar we yzyndan funksiýanyň ady, açyk ýaý, äzara otur bilen bälünen argumentleriň sanawy, ýapyk ýaý gelmeli.

Funksiýanyň ady.el ýeterli funksiýalaryň ýazgysyny almak üçin SHIFT+F3 düwmäni basmaly.

Argumentler.argumentleriň dürli görnüşleri bar: san, tekst, logiki baha(true ýa-da false), massiwler, islendik ýalňyşyň bahasy, äýjüge bolan ssylka. Argument hökmünde konstantalar, formulalar ýa-da funksiýalar ulanylýar. Her aýratyn mysalda hökmäni degişli argumentiň tipini ulanmaly.

Argumentiň ýüze çykýan kömekçisi. Argumentiň ýüze çykýan kömekçisi sintaksis bilen funksiýa girizilenden soňra çykýar. Mysal üçin Argumentiň ýüze çykýan kömekçisi =ОКРУГЛ ýazgydan soňra çykar. Ýüze çykýan kömekçi fiňe gurnalan funksiýalar üçin.

Formulalaryň girizilşi.

Мастер функций atly dialog penjiresi formula döredilende funksiýalary girizmekligi ýeňilleşdirýär.formula girizilende Мастер функций penjiresi funksiýanyň adyny,

ähli argumentlerini, her argumentiň düşündirişini, häzirki wagtdaky netijesini görkezýär.

2-nji tablisa

Belgileme	Öýjükleriň topary
F3	F sütüniň we 3-setiriň kesişmesindäki öýjük
E10:E20	E sütündäki 10-njydan 20-njä çenli öýjükler
B15:E15	15-setirdäki B-den E çenli öýjükler
5:5	5-setiriň hemme öýjükleri
5:10	5-njiden 10-nja çenli setirleriň hemme öýjükleri
B:B	B sütüniň hemme öýjükleri
B:J	B-den J-e çenli sütünleriň hemme öýjükleri
A10:E20	10-njydan 20-njä çenli setirleriň we A-dan E çenli sütünleriň kesişmesindäki gönüburçly oblast

Excel-de diagrammalaryň ussasy. Diagrammany döretmek üçin degişli ussany peýdalanmak ýenildir..

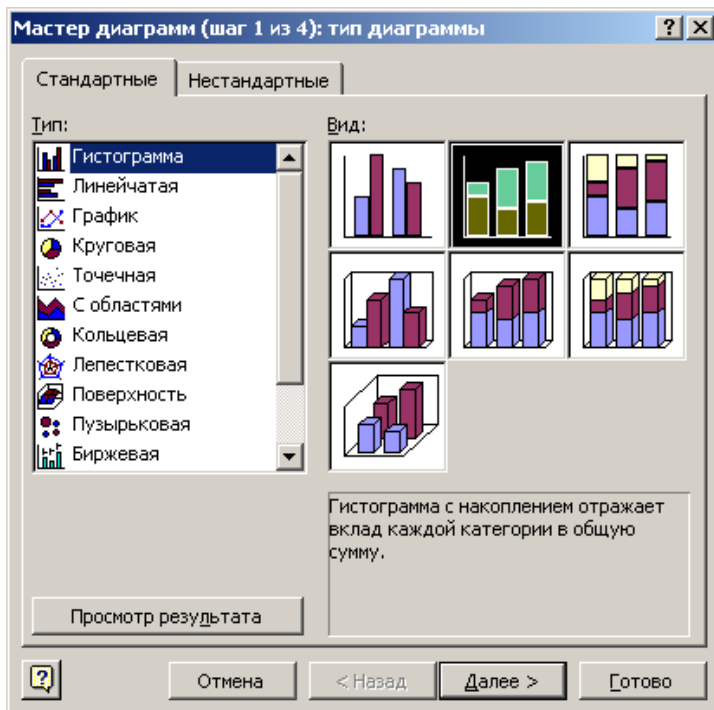
Meselem, ölçeme ýalňyşlyklarynyň paýlanyşynyň ähtimallyk-statistiki derňewige çirilende Ýalňyşlyklaryň empirik paýlanyşynyň tablisasy üçin anyklanan interwallarda ýalňyşlyklaryň nazary paýlanyşynyň tablisasyny düzmeli.



### 3- nji tablisa

Bölek interw. belgisi	Bölek interwallar $x_i - x_{i+1}$	Ýygylýk $\tilde{n}_i$	Toplanan ýygylýklar $a_i$	Bölek interw. ortasy $x_{i,orta}$	$u_i = \frac{x_{i,orta} - x_0}{h}$	$\tilde{n}u_i$	$\tilde{n}u_i^2$	$\tilde{n}u_i^3$	$\tilde{n}u_i^4$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	(-3,42; -2,882)	2	2	-3,151	-6	-12	72	-432	2592
2	(-2,882; -2,344)	4	6	2,613	-5	-20	100	-500	2500
3	(-2,344; -1,806)	6	12	-2,075	-4	-24	96	-384	1536
4	(-1,806; -1,268)	11	23	-1,537	-3	-33	99	-297	891
5	(-1,268; -0,730)	13	36	-0,939	-2	-26	52	-104	208
6	(-0,730; -0,192)	24	60	-0,461	-1	-24	24	-24	24
7	(-0,192; 0,346)	33	93	0,077	0	0	0	0	0
8	(0,346; 0,884)	18	111	0,015	1	18	18	18	18
9	(0,884; 1,422)	15	120	1,153	2	30	60	120	240
10	(1,422; 1,960)	13	139	1,691	3	39	117	351	1053
11	(1,960; 2,498)	9	148	2,229	4	36	144	576	2304
12	(2,498; 3,03)	2	150	2,764	5	10	50	250	1250
$\Sigma$		150	-	-	-	-6	832	-426	12616

Ýalňyşlyklaryň we toplanan ýygylýklaryň empirik paýlanyşynyň egrileriniň gurlan oklarynda ýalňyşlyklaryň nazary paýlanyşynyň egrisini we bu paýlanyşyň integral egrisini (ogiwany) gurmaly.



5-nji surat

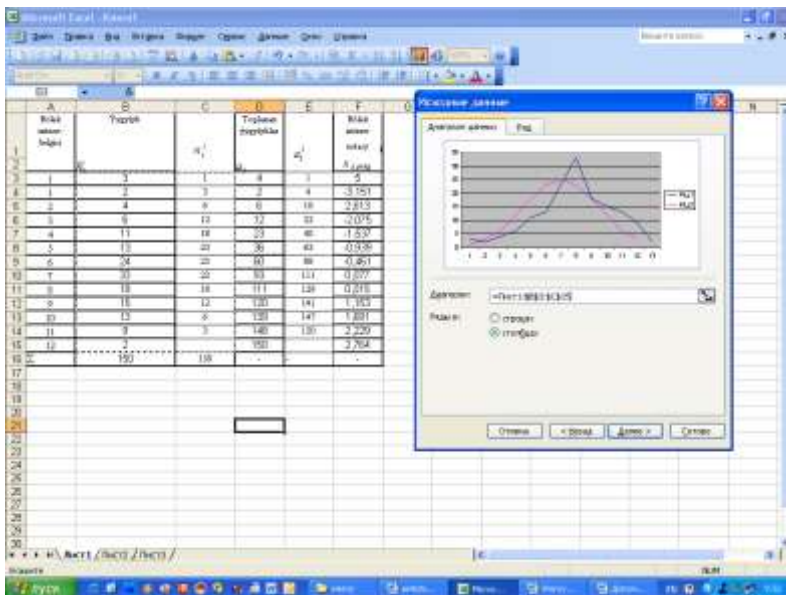
Diagrammanyň görnüşini saýlamak

1. **Diagrammalaryň ussasyna maglumatlaryň çeşmesini görkezmek üçin C4:C15 gönüburçly oblasty tapawutlandyryň.**
2. **Вставка > Диаграмма (Insert > Chart) (Goýmak > Diagramma)** buýrugyny saýlaň. 5-nji suratda görkezilen diagrammalaryň ussasynyň birinji gepleşik



penjiresi peýda bolar. Onda diagrammanyň görnüşini (tipini) we maglumatlary şekillendirýän elementleriň konfigurasiýasyny görkezmeli.

3. ***Tun (Chart Type) (Görnüş)*** sanawynda ***Линейчатая (Bar) (Çyzykly)*** ýa-da başga gabat gelýän kategoriýany saýlaň.
4. ***Bud (Chart Sub-type) (Görnüş)*** bölümde ***Линейчатая диаграмма (Clustered Bar) (Çyzykly diagramma)*** bölek görnüşi berýän ýokarky çep kwadratyň üstünde syçanyň çep düwmesini bir gezek basyň.
5. Ussanyň penjiresinden çykman diagrammanyň geljekki görnüşini görmek üçin ***Просмотр результата (Press And Hold To View Sample) (Netijäni gözden geçirmek)*** düwmesiniň üstünde syçanyň çep düwmesini bir gezek basyp saklaň. Gepleşik penjiresinde bölek görnüşleriň sanawynyň ýerinde geljekki diagrammanyň daşky görnüşi peýda bolar. Syçanyň düwmesini goýberiň, gepleşik penjiresi öňki ýagdaýyna gaýdyp geler.
6. ***Далее (Next) (Indiki)*** düwmesini basyň.



6-njy surat

## Umumy görnüşli dispersiýany hasaplamak

Ölçmeleriň netijeleriniň takyklygyny kesgitlemek ýalňyşlyklar nazaryetiniň esasy meselesidir. Dispersiýanyň formulasyny göni hasaplamak takyklyk hasaplananda argumentiň bahasy belli bolmalydyr.

Ölçeme bu tehniki usullaryň kömegi bilen ölçenen maglumatlary birlik ululyk bilen deňşdirmegiň netijesinde ölçenýän ululygyň bahasy alynýar. Bu alynan ululyga ölçemelewriň netijeleri diýlip atlandyrylýar. Ölçmeleriň netijeleri ölçegleriň nähili ýalňyşlyk bilen ýerine ýetirilendigi görkezilmelidir.

Ölçeme ýalňyşlyklary bu ölçmeleriň netijesinde alynan ululyklaryň hakyky bahadan nähili tapawutlanýandygyny görkezýär.

Fiziki ululygyň hakyky bahasy näbelli bolup durýar, beýle ýagdaýlar nazary barlaglarda ulanylýar. Ölçenýän ululygyň bahasyny tejribe esasynda kesgitlenýär, tejribäniň esasynda ölçenen baha hakyky baha ýakyndyr diýip çak edilýar.

Islendik ölçemeleriň netijesi ölçenen ululygyň takyklygyna belli bir derejede baha bermek. Şonuň üçin islendik ölçemeleriň netijelerini matematiki statistikanyň we ähtimallyklar nazaryetiniň kömegi bilen derňelýär.

Diňe käbir aýratyn ýagdaýlarda bir gezek ölçemek ýolbererli hasap edilýär, sebäbi bu ölçegiň netijesine alnan ölçege baha bermek mümkinçilikligi azalýar.

Gaýtalanýan ýalňyşlyklaryň täsiri tötän ýalňyşlyklara görä azda –kände azdyr, şol sebäpli ölçemeleriň sanyny kesgitlemek üçin ölçemeliň netijelerini statistik taýdan gaýtadan işlemeden getirip çykarmalydyr.

Eger-de şol bir ululyk 7-8 gezek ölçense onda alynan netije haýsy bolsada bir durnukly netijäni berýär. Eger-de ölçenýän ululygyň has ynamly bahasyny kesgitlejek bolsak, ölçegleriň sany 25-30 bolmalydyr. Ölçenýän ululyk barada maglumatlar ýok bolsa we bu ululyk ilkinji gezek ölçenýän bolsa ölçegleriň sany 50-100 goloý bolmalydyr.

Ölçemeleriň sanynyň köpeldilmeginiň esasy maksady ötän ölçemeleriň netijelerini azaltmak, bu bolsa alynan netijäniň hakyky ölçege has golaýlaşdyrmakdyr. Hakyky baha golaý baqhany tapmak üçin ölçegleriň sanyny gaty ulatmanyň manysy ýokdur.

Ölçemeleriň netijesinden alynan maglumatlardan orta arifmetiki we orta kwadrati gyşarma kesgitlenýär. Bularyň birinjisi matematiki garaşmany bahalandyrmak, ikinjisi bolsa statistiki we nazary orta kwadratik gyşarmany bahalandyryar.

Goý haýsy bolsada bir  $x$  tötän ululyk öwrenilýär. Bagly bolmadyk  $n$  ölçemeleriň netijesinde  $x_1, x_2 \dots x_i \dots x_n$  ululyklar alynypdyr.

Ölçeğiň hakyky bahasyny kesgitlemek üçin, orta arifmetiki baha hasaplanýar. Orta arifmetik baha  $\tilde{x}$  ýa-da  $m_x^*$  bilen, orta kwarati gyşarma bolsa  $m_x$  bilen belgilenýär.

Diskret  $X$  ululygyň  $D_x$  dispersiýasynyň bahasy statistic dispersiýa bolýar we ikinji tertipli mekezi momentiň kömegi bilen kesgitlenýär

$$D_x^* = \sum_{i=1}^n (x_i - m_x^*)^2 p_i^* = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x^*)^2}{n} \quad (1)$$

Bu ýerde  $P_i^*$  -  $x_i$  ähtimallygyň statistiki bahasy.

Ygtybarly bahany almagyň esasy şertleriniň biri bolup  $m_x^*$  bahasyny  $X_{\text{hakek}}$  bilen çalşylanda gaýtalanýan ýalňyşlyklar göyberilmeli dälär.

Dispersiýanyň bahasy aşadaky ululyk bolup hyzmat edýär

$$D_x^* = S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x^*)^2}{n-1} \quad (2)$$

Statistik orta kwadratik gyşarma

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x^*)^2}{n-1}} \quad (3)$$

formula boýunça kesgitlenýär.

Ölçmeleri matematiki taýdan gaýtadan işlenede bdürli görnüşli paýlanyşyň kanunlaryna gabat gelinýär olara tötän ululyklar hökmünde garalýar olardan normal paýlanyş kanuny, üçburçly paýlanyş kanuny, deňölçeqli paýlanyş kanuny, korrelýasiýa paýlanyş kanuny we ş.m.

$x$  ululygyň normal paýlanyş kanuny dykyzlyk paýlanyşynyň üsti bilen

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}}$$

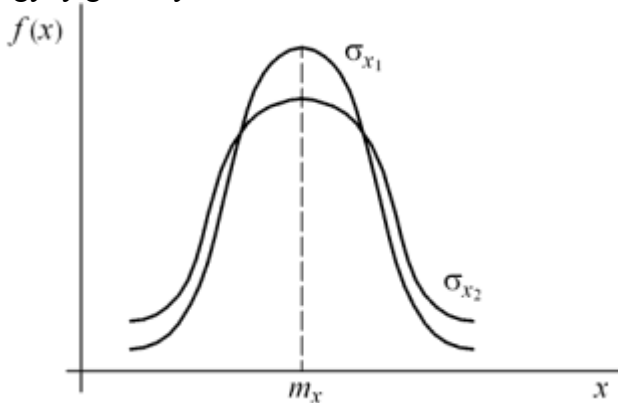
görnüşde ýazylýar, bu ýerde  $m_x$ -  $X$  ululygynyň matematiki garaşmasy.

где - математическое ожидание величины;

$X$  ululygynyň dykzlygynyň paýlanyşy ölçegli funksiýadyr, ýagny

$$\dim f(x) = \dim(1/X)$$

$X$  ululygynyň dykzlygynyň paýlanyşynyň egrisi dagynlyga görä deň ýaýrandyr we onuň absisasy  $m_x$  (7-nji surat). Parametr  $\sigma_x$  egriniň paýlanyşyny kesgitleýär,  $\sigma_x$  ulalmagy bilen paýlanyşyň egrisi absisalar okyna görä ýazylyp başlamagyny görkezýär.



7-njy surat

Normal paýlanyşyň kanuny

$a$  we  $b$  aralyk üçin  $a < X < b$  ýerine ýetmeginiň ähtimallygy

$$P(a < X < b) = \int_a^b f(x) dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} \int_a^b e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}} dx$$

deňdir. Üýtgeýän ululeklary girizip

$$(x - m_x) / \sigma_x = t,$$

ýa-da

$$dx = \sigma_x dt$$

alarys

$$P(a < X < b) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{a-m_x}{\sigma_x}}^{\frac{b-m_x}{\sigma_x}} e^{-t^2/2} dt$$

Bu integraly hasaplamak üçin Laplasyň funksiýasy üçin tablisadan peýdalanarys.

$$\Phi(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2/2} dt$$

Laplasyň funksiýasynyň kömegi bilen

$$\begin{aligned} P(a < X < b) &= \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{b-m_x}{\sigma_x}} e^{-t^2/2} dt - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{a-m_x}{\sigma_x}} e^{-t^2/2} dt = \\ &= \Phi\left(\frac{b-m_x}{\sigma_x}\right) - \Phi\left(\frac{a-m_x}{\sigma_x}\right). \end{aligned}$$

bu integral hem kesgitlenýär.

Moment usuly ulanylanda ölçegleriň köp geçirilmegi gerek bolýar, birinji momentni ygtybarlygyny kesgitlemek üçin (matematiki garaşmany)  $n=30$  saýlama, ikinji tertipli

momentleri kesgitlemek üçin  $n=100$ , üçünji tertipli momentleri kesgitlemek üçin  $n=1000$  saýlama geçirmeli bolýar. Şol sebäpden saýlamalaryň sany az bolanda ( eger-de 100-den geçmese) moment usulyny ulanmak çaklidir.

Köp wagtlarda eger-de ölçmeleriň sany 30-40 geçmese onda paýlanyşyň kanunyny anyklamak üçin Hi-kwadrat çaklama ulanylýar.

## Ölçmeleriň netijeleriniň takyklygy we olaryň funksiýasy

Metrologiýada ölçmeleriň netijeleri iki görkeziji boýunça kesgitlenýär: dogry ölçegler, ölçmeleriň ýakynlaşmagy.

Göni ölçegler diýlip haçanda gözlenilýän ululygyň bahasyny gös-göni tapmaga mümkinçilik dörende aýdylýar.

Deňtakykly bu hemişelik ululygy biri-birine bagly bolmadyk oçemelerdir. Olaryň netijelerini tötän sanlar hökmünde garamak bolar. Deňtakykly ölçmeleri şol bir kanuna paýlanyşandyr. Öemeleriň ýalňyşlyklary deňtakykly ölçmelerde köp wagtlarda normal paýlanyşyň kanunyna esaslanandyr. Eger gaýtalanýan ýalňyşlyklar belli we hemişelik bolsalar olary hasaplanan matematiki garaşmanyň kömegi bilen aýrylýar.

Deňtakykly göni ölçmeleri matematiki taýdan gaýtadan

işlenende  $m_x^*$  we  $S_x$  hakyky bahalaryndan başga aralyk bahalandyрма hem ulanylýar.  $t_x$  ynam aralyklaryny berip (0,90, 0,95, 0,00)ölçmeleriň netijeleri aşakdaky görnüsde ýazylýar

$$X_{\text{рез}} = m_x^* \pm t_x \frac{S_x}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

## Goşmaça ölçegleriň netijelerini gaýtadan işlemek

Goşmaça ölçemeler - göni ölçemeler bilen ölçenýän ululyklar däl-de, başga funksional baglanyşykda bolan ululyklar ölçenýär.

Goý  $Y$ , ululygyň bahasyny baglanyşykly ölçenen  $X_1 \dots X_i \dots X_k$  funksional baglanyşyly ululyklaryň üsti bilen kesgitlemeli bolsun

$$Y = f(X_1, \dots X_i, \dots X_k),$$

bu ýerde  $X_1, X_i, X_k$  – üýtgeýän ululyklar, ölçeglerdäki ýalňyşlyklar.

Eger-de funksiýa çyzykly bolmasa onda ony çyzykly görnüşe getirmeli bolýar. Soňra ölçemeleriň netijeleriniň orta kwadratik gyşarmasyny aşakdaky formula boýunça kesgitlemeli

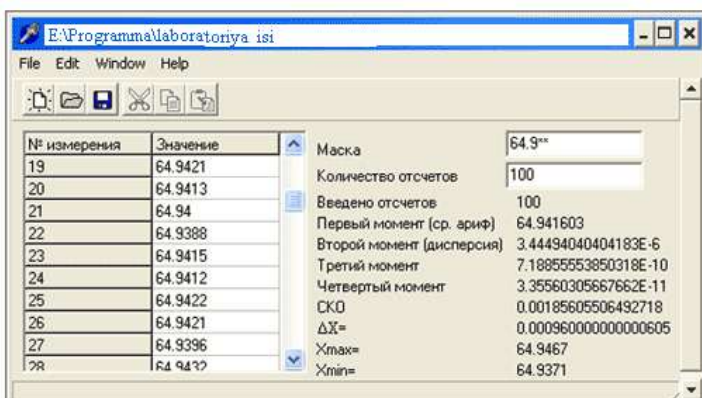
$$S^2(m_Y^*) = \sqrt{\sum_{i=1}^k \left( \frac{\partial f}{\partial X_i} \right)^2 S_{X_i}^2} \quad (5)$$

Ölçemeleriň netijelerini gaýtadan işlemegiň statistiki programmasy.

Ölçemeleriň sanynyň köp bolmadyk ýagdaýynda ( $n < 10$ ) ölçemeleriň netijelerini gaýtadan işlemek beýle bir kynçylyklary döretmeýär. Olary (1), (3) we (4), (5) formulalaryň üsti bilen kesgitleýär. Eger-de ölçemeleriň netijeleriniň paýlanyş kanunyny kesgitlemeli bolsa, onda ölçemeleriň sanyny 50-den 300 çenli geçirmeli bolýar. Beýle köp maglumatlary hasaplamaklygy diňe kompýuteriň kömegi bilen geçirmeli bolýar.

Programmanyň penjiresi aşakda görkezilen



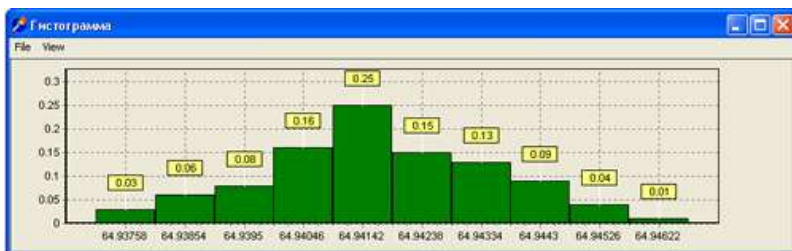


8-nji surat

Ölçemeleriň netijelerini statistiki gaýtadan işlenendäki programmanyň penjiresi

Tablisa ilki bada geçirilen ölçmeleriň sanyny, soňra bolsa alynan maglumatlary girizmelidir. Maglumatlaryň üýtgemeyän bölegi san görnüsinde girizilýär, üýtgeýän bolegini ýyldyzjyklar bilen girizilýär, mysal üçin 64.9\*\*.

Hasaplamalaryň netijesi we gistogramma bahalar girizilenden soň täzelenýär.

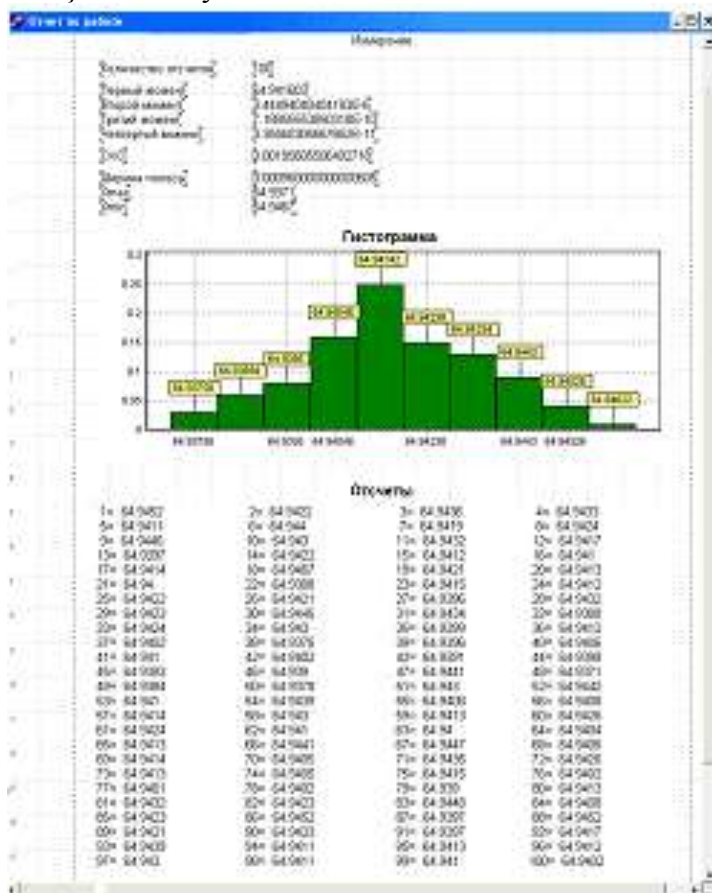


9-njy surat

Ölçegleriň netijeleri barada maglumat

Ölçmelerin netijelerini we sistogrammany ýörite komandanyň kömegi bilen peçata çykarmak bolýar.

Bu programma uly maglumatlary gaýtadan işlemek we  $m_x^*$  birinji moment hem-de  $S_x$  orta kwadrat gyşarmany kesgitlemeden başga-da Paýlanyşyň kanunyny tapmaklyga mümkinçilik dördýär.



10-njy surat

## Iki we üç sigma düzgüni

Geodeziýada ölçeg geçirilende gödek ýalňtşlyklary aradan aýyrmak. Ölçemeleriň netijeleriniň normal kanuna ýakynlaşmagy. Ölçemeleriň netijeleriniň ýalňyşlyklaryny tötän ululyklar diýlip hasplamak. Ol ýalňyşlyklary azaltmagyň üstünde işlemek.

Ölçemeleriň netijesinde alynan hakyky ýalňyşlyk köp sebäpleriň netijesinde jemlenip döreýär.

Bu paýlanyşyň kanunyny döretmek umumy ýagdaýda dürlidir ( meselem, ýalňyşlyklary tegeleklemek deňölçegli paýlanyş kanunyna degişlidir), her bir ýönekeý ýalňyşlyklaryň täsiri ahyrky netijä täsir edýär.

Sol sebäpli Lýapunowyň merkezi predel teoremasyna laýyklykda ölçegleriň hakyky kemçiligi paýlamasynyň kanuny normal paýlanyşyga goloý bolmalydyr.

Ölçemeleriň netijeleri gaýtdan işlenende, hakyky ölçemeleriň ýalňyşlyklary köp wagtlarda paýlanyşyň normal kanunyna ýakynlaşýar.

Eger  $x$  tötän ululyk normal paýlanyş kanunyna tabyn bolsa, onda

$x \in N(a_x, \sigma_x^2)$  we dykyzlyk  $f(x)$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a_x)^2}{2\sigma_x^2}} \quad (6)$$

deň bolýar, normal paýlanyşyň funksiýasynyň tötän ululygy

$$F(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-a_x)^2}{2\sigma_x^2}} \cdot dx \quad (7)$$

deňdir.

Soňky formulalardan görnüşi ýaly normal paýlanyş kanunynyň parametric bolup  $x$  tötän ululygyň  $a_x$  matematiki garaşmasy we  $\sigma_x^2$  dispersiýa hyzmat edýär.

Ölçemeleriň netijeleriniň paýlanyş we dykzlyk üşde ýazylar.

Hakyky ýalňyşlyklaryň matematiki garaşmasy gaýtalanýan ýalňyşlyklaryň böleklerinden  $\delta$  durýar, şol sebäpli hakyky ýalňyşlygyň dykzlygy  $f(\xi)$  we onuň paýlanyş funksiýasy  $F(\xi)$

$$f(\xi) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(\xi-\delta)^2}{2\sigma^2}}$$

$$F(\xi) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^{\xi} e^{-\frac{(\xi-\delta)^2}{2\sigma^2}} \cdot d\xi$$

görnüşde ýazylar,

$\Delta$  tötän ýalňyşlyklar üçin, olaryň matematiki garaşmasyny nola deňligini göz önünetutsak, onda

$$f(\Delta) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}} \quad (8)$$

$$F(\Delta) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^{\Delta} e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}} \cdot d\Delta \quad (9)$$

alarys.

Gaýtalanýan ýalňyşlyklary göz önünde tutmazlyk üçin, ölçemeler geçirilen wagtynda gaýtalanýan ýalňyşlyklary aradan aýyrmaklygy guramak gerekdir. Şol sebäpli  $L$  ölçenýan ululygyň matematiki garaşmasy ölçemeleriň hakyky bahasyna deň diýip Kabul edýäris  $M\{l\} = L$ ,

Onda dykzlygyň we paýlanyş funksiýasynyň ölçegleriniň netijeleri aşakdaky görnüşi

$$f(l) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(l-L)^2}{2\sigma^2}}$$

$$F(l) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^l e^{-\frac{(l-L)^2}{2\sigma^2}} \cdot dl$$

Gaýtalanýan ýalňyşlyklar gaty az we olaryň täsirini hasap etmezligi nädip kesgitlemeli diýen sorag ýüze çykýar. Bu soraga jogap, gatalanýan ýalňyşlyklar gaty az, eger olaryň ululygy ölçemeleriň netijelerini nirede we nähili ulanylýanlygyna baglydyr. Köp wagtlarda olar gaty az, olaryň ululygy 0,1-0,2 orta kwadratlar gysarmasyndan geçmese onda olara uns bermeseň hem bolýar. Normal tötän ululygyň berilen aralyga dñ berilen aralyga diň ähtimallygy umumy formulalar boýunça kesgitlemek bolar

$$p(x < \xi) = F(\xi)$$

$$p(\xi_1 < x < \xi_2) = F(\xi_2) - F(\xi_1) = \int_{\xi_1}^{\xi_2} f(x) dx$$

bu formulalara dykzlygyň we paýlanyş funksiýasynyň bahalaryny goýmaly.

Değişli ähtimallyklary kesgitlemek üçin normal paýlanyşyň kanuny üçin hasaplanyş serişdelerinde (Excel , Mathcad , Matlab we ş.m.) taýýar programmalar oturdylandyr.

X tötän ululygyň t normirlenen tötän ululygy diýlip

$$t = \frac{x - a_x}{\sigma_x}$$

ululyga aýdylýar.

Normirlenen tötän ululygygyn matematiki garaşmasy nola deň deňdir, onuň dispersiýasy bolsa bire deňdir.

$$M\{t\} = 0, D\{t\} = 1$$

Normilenen normal tötän ululygñ dykyzlygy we paýlanyş funksiýasy  $t \in N(0,1)$

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (10)$$

$$F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^t e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot dt \quad (11)$$

deňdir.

Köp wagtlarda normilenen normal tötän ululygñ deregine  $\Phi_0(t)$  Laplasyñ funksiýasy we  $\Phi(t)$  ähtimallygyñ integrali ulanylýar.

Kesgitlenişi boýunça bu funksiýalar

$$\Phi_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot dt$$

$$\Phi(t) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot dt$$

Bu funksiýalaryñ arasynda aşakdaky arabaglanyşyk bardyr.

$$\Phi(t) = 2F(t) - 1,$$

$$\Phi(t) = 2\Phi_0(t)$$

Eger-de bu funksiýalaryñ haýsyda bolsa biri üçin tablisa bar bolsa onda beýlekisini tapmak ansatdyr

$$F(-t) = 1 - F(t),$$

$$\Phi(-t) = -\Phi(t),$$

$$\Phi_0(-t) = -\Phi_0(t)$$

Tablissalarda bu funksiýalaryň diňe položitel bahalary getirilendir.

Eger  $x$  tötän ululyk normal paýlanyş kanunyna  $x \in N(a_x, \sigma_x^2)$  tabyn bolsa, onda ol ululygyň ( $\xi_1, \xi_2$ ) aralukda baha almagynyň ähtimallygy

$$p(\xi_1 < x < \xi_2) = \begin{cases} F(t_2) - F(t_1) \\ \frac{1}{2} (\Phi(t_2) - \Phi(t_1)) \\ \Phi_0(t_2) - \Phi_0(t_1) \end{cases} \quad (12)$$

deňdir, bu ýerde

$$t_1 = \frac{\xi_1 - a_x}{\sigma_x}$$

$$t_2 = \frac{\xi_2 - a_x}{\sigma_x}$$

Tötän ululygyň we onuň matematiki garaşmasynyň tapawudy absolýut ululygy boýunça berilen ululykdan geçmezliginiň ähtimallygyny ähtimallygyň integralynyň kömegi bilen kesgitlemek amatly bolýar.

Hakykatdan-hem

$p(|x - a_x| < \xi) = p(-\xi < x - a_x < \xi) = p(a_x - \xi < x < a_x + \xi)$   
onda

$$t_1 = \frac{a_x - \xi - a_x}{\sigma_x} = -\frac{\xi}{\sigma_x}$$

$$t_2 = \frac{a_x + \xi - a_x}{\sigma_x} = +\frac{\xi}{\sigma_x}$$

we

$$p(|x - a_x| < \xi) = F(t_2 = \frac{\xi}{\sigma_x}) - F(t_1 = -\frac{\xi}{\sigma_x})$$

Başga tarapdan

$$F(t) - F(-t) = F(t) - (1 - F(t)) = 2F(t) - 1 = \Phi(t)$$

Şeýlelikse ,

$$P(|x - a_x| < \xi) = \Phi\left(t = \frac{\xi}{\sigma_x}\right)$$

Normal paýlanyşyň tablisasynyň kömegi bilen ölçemeleriň netijeleriniň tötän baglanyşygy hakyky ýalňyşlyklary berilen aralyklarda bolmagyny aňsat hasaplamak bolar.

$$p(\Delta < \xi) = F(t = \frac{\xi}{\sigma})$$

$$p(\xi_1 < \Delta < \xi_2) = F(t_2) - F(t_1)$$

$$p(|\Delta| < \xi) = 2F(t = \frac{\xi}{\sigma}) - 1 = \Phi(t = \frac{\xi}{\sigma})$$

$$p(\xi_1 < |\Delta| < \xi_2) = \Phi(t_1) - \Phi(t_2)$$

bu ýerde

$$t_1 = \frac{\xi_1}{\sigma}, \quad t_2 = \frac{\xi_2}{\sigma}$$

Tablisanyň kömegi bilen taparys

$$p(|\Delta| < 2\sigma) = \Phi(t = 2) = 0,95 \quad (13)$$

$$p(|\Delta| < 3\sigma) = \Phi(t = 3) = 0,997 \quad (14)$$

Soňky iki aňlatma öän ähmiýetlidir.

Olardan tötän ýalňyşlyklar absolyt ululygy boýunça orta kwadratik ýalňyşlyk ikä köpeldilende 0.05, orta kwadratik ýalňyşlyk ikä köpeldilende 0.003 geçmeginiň ähtimallygyny görkezýär.



Bu ähtimallyklar gaty kiçidir, şol sebäpli hadysa  $|\Delta| > 2\sigma$  we  $|\Delta| > 3\sigma$  ýeke ölçemelerde uly bolmagy mümkin däldir orta kwadratik gysarma ikä we üçe köpeldilende ýalňyşlyklary kesgitlemek mümkinçilikleri döreyär.

Şeýlelikde, orta kwadratik ýaňyslyklar ikä we käbir ýagdaýlarda üçe köpeldilende ölçemeler şol sanlarda uly bolsa onda ol ölçemeler gödek ýalňyşlyklara giýär. Şol sebäpli hem iki sigma üç sigma düzgüni gelip çykyar.

### **Iň kiçi kwadratlar usuly boýunça poligonometrik ýörelgäniň deňleşdirilişi**

Iň kiçi kwadratlar usulu barada umumy düşüňjeleri bereliň.

Goý, baş toplum  $\xi$  we  $\eta$  mukdar nyşanlara görä öwrenilýän bolsun. Bu nyşanlaryň arasynda çyzykly korrelýasiýa baglylygy bar diýeliň.  $\eta$  nyşanyň  $\xi$  nyşana regressiýa gönüsiniň deňlemesini tapmaklyk maksady bilen, baş toplumdan  $n$  göwrümlü saýlama geçirilip, sanlaryň

$$(x_1; y_1), (x_2; y_2), \dots, (x_n; y_n)$$

$n$  jübüti alnan bolsun, bu ýerde  $x_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $\xi$  nyşanyň,  $y_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $\eta$  nyşanyň kabul edýän bahalary. Goý, bu jübütleriň her birine bir gezek gözegçilik edilýän bolsun. Onda  $\bar{y}_x$  şertli orta bahany ulanmaklygyň zerurlygy ýok bolýar. Şol sebäpli

$$\bar{y}_x = \rho x + b$$

deňlemä derek

$$Y = \rho x + b \quad (1)$$

deňlemä garaýarlar, bu ýerde  $\rho$  regressiýanyň saýlama koeffisiýenti. Anyk (1) regressiýa deňlemesini ýazmaklyk üçin

$\rho$  we  $b$  ululyklary tapmak ýeterlikdir. Bu ululyklary  $Y_i - y_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , gyşarmalaryň kwadratlarynyň jemi minimal bolar ýaly saýlap alalyň, bu ýerde  $Y_i$  gözegçilik edilýän  $x_i$  warianta degişli we (1) deňlemeden tapylan ordinata,  $y_i$  bolsa  $x_i$  warianta degişli ordinata. Gyşarmalaryň kwadratlarynyň jemi  $\rho$  we  $b$  ululyklardan

$$G(\rho; b) = \sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2 = \sum_{i=1}^n (\rho x_i + b - y_i)^2$$

funksiýadyr. Bu funksiýanyň minimumyny tapalyň.

$$\begin{cases} \frac{dG}{d\rho} = 2 \sum_{i=1}^n (\rho x_i + b - y_i) \cdot x_i = 0, \\ \frac{dG}{db} = 2 \sum_{i=1}^n (\rho x_i + b - y_i) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Bu deňlemeler ulgamyny çözüp, taparys.

$$\rho = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (3)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (4)$$

$\rho$  we  $b$  ululyklaryň bu bahalaryny (1) deňlemede ornuna goýup,  $\eta$  nyşanyň  $\xi$  nyşana regressiýa gönüsiniň anyk görnüşini taparys.

Goý, indi  $\xi$  we  $\eta$  nyşanlaryň  $(x; y)$  bahalar jübütleriniň arasynda birden köp gezek gözegçilik edilýanleri hem bar bolsun. Bu ýagdaýda  $\eta$  nyşanyň  $\xi$  nyşana regressiýa gönüsiniň deňlemesini

$$\bar{y}_x = \rho x + b \quad (5)$$

görnüşde gözleýärler. (2) deňlemeler ulgamyny özgerdip ýazalyň.

$$\begin{cases} n \bar{x}^2 \cdot \rho + n \bar{x} b = \sum n_{xy} \cdot x \cdot y \\ \bar{x} \cdot \rho + b = \bar{y} \end{cases} \quad (6)$$

bu ýerde  $n_{xy}$  ululyk  $(x; y)$  jübütiň gözegçilik edilen sany. Bu ulgamyň ikinji deňlemesinden taparys.

$$b = \bar{y} - \bar{x} \cdot \rho$$

$b$  ululygyň bu bahasyny (6) deňlikde ornuna goýup, regressiýa gönüsiniň

$$\bar{y}_x - \bar{y} = \rho(x - \bar{x}) \quad (7)$$

deňlemesini alarys.

(7) ulgamdan  $\rho$  ululygy tapalyň

$$\rho = \frac{\sum n_{xy} \cdot x \cdot y - n\bar{x} \cdot \bar{y}}{n \left[ \overline{x^2} - (\bar{x})^2 \right]} = \frac{\sum n_{xy} \cdot x \cdot y - n\bar{x} \cdot \bar{y}}{n \cdot \sigma_{\xi}^2}$$

Bu deňligiň iki tarapyny hem  $\frac{\sigma_{\xi}}{\sigma_{\eta}}$  gatnaşyga köpeldeliň.

$$\rho \cdot \frac{\sigma_{\xi}}{\sigma_{\eta}} = \frac{\sum n_{xy} \cdot x \cdot y - n\bar{x} \cdot \bar{y}}{n \cdot \sigma_{\xi} \cdot \sigma_{\eta}} \quad (8)$$

$$r_s = \frac{\sum n_{xy} \cdot x \cdot y - n\bar{x} \cdot \bar{y}}{n \cdot \sigma_{\xi} \cdot \sigma_{\eta}} \quad (9)$$

belgilemäni girizip, (8) deňlikden taparys.

$$\rho = r_s \cdot \frac{\sigma_{\eta}}{\sigma_{\xi}}$$

$r_s$  ululyga **saýlama korrelýasiýa** koeffisiýenti diýilýär.  $\rho$  ululygyň tapylan bahasyny (9) deňlemede ornuna goýup,  $\eta$  nyşanyň  $\xi$  nyşana regressiýa gönüsiniň korrelýasiýa koeffisiýentli

$$\bar{y}_x - \bar{y} = r_s \cdot \frac{\sigma_{\eta}}{\sigma_{\xi}} (x - \bar{x}) \quad (10)$$

deňlemesini alarys.

Goý,  $D_y$   $\eta$  nyşanyň kabul edýän  $y$  bahalarynyň  $\bar{y}$  orta bahanyň töweregindäki dispersiýasy,  $D_y^*$  bolsa, degişli  $\bar{y}_x$  şertli orta bahanyň töweregindäki dispersiýasy bolsun. Onda

$$D_y^* = D_y \cdot (1 - r_s^2) \quad (11)$$

deňlik adalatlydyr. Indi korrelýasiýa koeffisiýentiniň häsiýetlerine garalyň.

1. Korrelýasiýa koeffisiýentiniň absolýut ululygy birden uly däl, ýagny

$$|r_s| \leq 1$$

Hakykatdan hem, dispersiýanyň otrisatel dældigi sebäpli

$$D_y^* = D_y \cdot (1 - r_s^2) \geq 0$$

bolar. Bu ýerden

$$(1 - r_s^2) \geq 0$$

ýa-da

$$|r_s| \leq 1$$

- 2 Eger korrelýasiýa koeffisiýenti nula deň we regressiýa çyzyklary gönüler bolsalar, onda nyşanlar çyzykly korrelýasiýa baglylygyny dældirler.

Hakykatdan hem, eger  $r_s = 0$  bolsa, (25)

deňlemeden

$$\bar{y}_x = \bar{y}$$

deňligi alarys. Görnüşi ýaly,  $\bar{y}_x$  şertli orta bahalar  $x$  argumentiň islendik bahasynda şol bir hemişelik baha eýedirler. Bu bosa, nyşanlaryň arasynda çyzykly korrelýasiýa baglylygynyň ýokdugyny aňladýar. Bu ýagdaýda regressiýa gönüleri degişli koordinata oklaryna paralleldirler.

3. Korrelýasiýa koeffisiýentiniň absolýut ululygynyň artmagy bilen çyzykly korrelýasiýa baglylygy has güýjeýär we  $|r_s| = 1$  bolanda funksional baglylyga geçýär.

Hakykatdan hem, (11) deňlikden görnüşi ýaly, korrelýasiýa koeffisiýentiniň absolýut ululygy artadygyça  $D_y^*$  dispersiýa kemelýär. Bu bolsa, nyşanlaryň arasynda çyzykly korrelýasiýa

baglylygynyň güýjüniň artýandygyny aňladýar.  
 $|r_s| = 1$  bolsa, (11) deňlikden alarys

$$D_y^* = D_y \cdot (1 - r_s^2) = 0.$$

Bu ýerden,  $\xi$  we  $\eta$  nyşanlaryň bahalarynyň islendik  $(x; y)$  jübütiniň

$$\bar{y}_x - \bar{y} = r_s \cdot \frac{\sigma_\eta}{\sigma_\xi} (x - \bar{x})$$

deňlemäni kanagatlandyryandygy gelip çykýar. Bu bolsa,  $\xi$  we  $\eta$  nyşanlaryň bahalarynyň arasynda çyzykly funksional baglylygyň bardygyny aňladýar.

Garalan bu häsiýetlerden görnüşi ýaly, saýlama korrelýasiýa koeffisiýenti nyşanlaryň arasyndaky çyzykly baglylygyň güýjüni häsiýetlendirýär: korrelýasiýa koeffisiýentiniň absolýut ululygy bire golaý boldugyça baglylyk güýjeýär, nula golaý boldugyça gowşaýar.

**Mesele.** Ölçemeler hatarlarynyň arasyndaky korrelýasiýanyň kesgitlenişi.

Ölçemeler hatarlarynyň arasyndaky korrelýasiýany kesgitlemek üçin koordinatalar tekizliginde nyşanlaryň bahalar jübütlerine degişli nokatlary gurýarlar we korrelýasiýa baglylygynyň görnüşini anyklaýarlar.

Çyzykly korrelýasiýa bolan halatynda:

- 1) ölçemeler hatarynyň ikisi üçin hem nyşanlaryň orta arifmetiki bahalaryny, orta bahalardan gyşarmalary we standartyň empirik bahasyny hasaplamak;
- 2) korrelýasiýa koeffisiýentini tapmak;
- 3) regressiýa gönüsiniň parametrlerini tapmak;
- 4) regressiýa gönüsiniň iň ähtimal gyşarmalaryny we olaryň orta kwadratik bahasyny hasaplamak;
- 5) barlag üçin iň ähtimal gyşarmalaryň orta kwadratik bahasynyň kömegi bilen korrelýasiýa koeffisiýentini tapmak;

- 6) regressiýa gönüsiniň grafigini gurmak;
- 7) korrelýasiýa koeffisiýentiniň takyklygyny barlamak gerekdir.

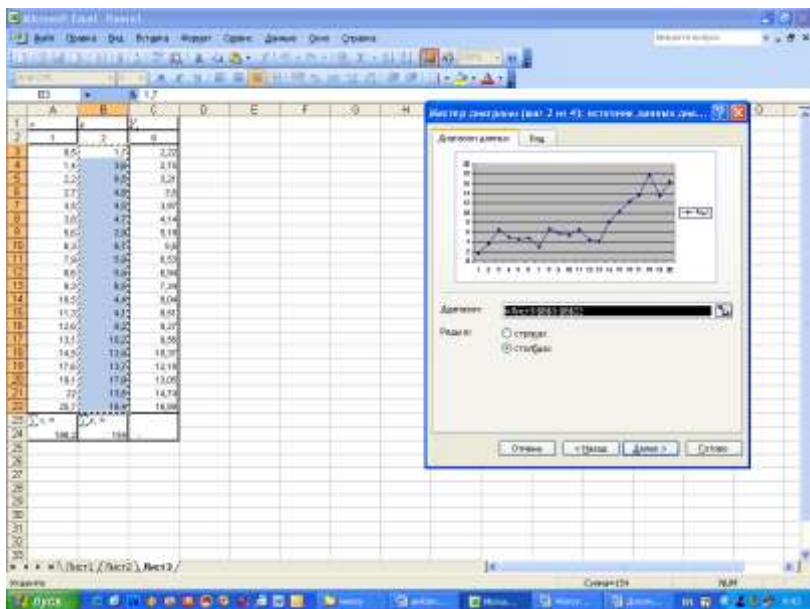
Ýumuşyň ýerine ýetirilişine aşakdaky mysalda garalyň.

Tablisada trilatesiýanyň taraplarynyň uzynlyklary we olaryň orta kwadratik ýalňyşlyklary berlen.

4-nji tablisas

$x$	$y$	$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta x^2$	$\Delta y^2$	$\Delta x \Delta y$	$Y_i$	$\nu = Y - y$	$\nu_i^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,5	1,7	-9,41	-6	88,55	36	56,46	2,22	0,52	0,274
1,4	3,6	-8,51	-4,1	72,42	16,81	34,89	2,75	-0,85	0,728
2,2	6,5	-7,71	-1,2	59,44	1,44	9,25	3,21	-3,29	10,808
2,7	4,8	-7,21	-2,9	51,98	8,41	20,91	3,50	-1,30	1,681
3,5	4,5	-6,41	-3,2	41,09	10,24	20,51	3,97	-0,53	0,282
3,8	4,7	-6,11	-3	37,33	9	18,33	4,14	-0,56	0,310
5,6	2,9	-4,31	-4,8	18,58	23,04	20,69	5,19	2,29	5,250
6,3	6,7	-3,61	-1	13,03	1	3,61	5,60	-1,10	1,213
7,9	5,9	-2,01	-1,8	4,04	3,24	3,62	6,53	0,63	0,397
8,6	5,4	-1,31	-2,3	1,72	5,29	3,01	6,94	1,54	2,363
9,3	6,5	-0,61	-1,2	0,37	1,44	0,73	7,34	0,84	0,713
10,5	4,4	0,59	-3,3	0,35	10,89	-1,95	8,04	3,64	13,271
11,3	4,1	1,39	-3,6	1,93	12,96	-5,00	8,51	4,41	19,436
12,6	8,2	2,69	0,5	7,24	0,25	1,35	9,27	1,07	1,135
13,1	10,2	3,19	2,5	10,18	6,25	7,98	9,56	-0,64	0,414
14,5	12,4	4,59	4,7	21,07	22,09	21,57	10,37	-2,03	4,117
17,6	13,7	7,69	6	59,14	36	46,14	12,18	-1,52	2,325
19,1	17,9	9,19	10,2	84,46	104,04	93,74	13,05	-4,85	23,540
22	13,5	12,09	5,8	146,17	33,64	70,12	14,74	1,24	1,528
25,7	16,4	15,79	8,7	249,32	75,69	137,37	16,89	0,49	0,240
$\sum x = 198,2$	$\sum y = 154$	$\sum \Delta x = 0$	$\sum \Delta y = 0$	$\sum \Delta x^2 = 968,40$	$\sum \Delta y^2 = 417,72$	$\sum \Delta x \Delta y = 563,33$	-	-	$\sum \nu_i^2 = 90,024$

Korrelýasiýa baglygynyň grafigi 4-nji tablisanyň 1-nji we 2-nji sütünlerindäki maglumatlar boýunça gurulýar.  $x_i$  we  $y_i$  degişli bahalaryň her bir jübüti üçin gönüburçly koordinatalar ulgamynda nokatlar gurulýar. Grafik garalýan nyşanlaryň arasyndaky baglylygyň görnüşi barada çen etmäge mümkinçilik berýär. Nokatlar bir göni çyzygyň golaýynda toplanandyklary sebäpli, nyşanlaryň arasynda çyzykly baglylyk bar diýip hasap etmek bolar.



11-nji surat

1.Ölçemeler hatarlarynyň ikisi üçin hem nyşanlaryň  $\bar{x}$  we  $\bar{y}$  orta arifmetiki bahalaryny tapalyň.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{198,2}{20} = 9,91;$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \frac{154,0}{20} = 7,70;$$

$$\delta x_i = x_i - \bar{x}; \quad \delta y_i = y_i - \bar{y}.$$



gyşarmalary hasaplap, degişlilikde tablisanyň üçünji we dördünji sütünlerinde ýazalyň. Eger hasaplamalar dogry geçirilen bolsa, onda

$$\sum_{i=1}^n \delta x_i = 0 \quad \text{we} \quad \sum_{i=1}^n \delta y_i = 0.$$

deňlikler ýerine ýetmelidirler.

Gyşarmalaryň

$$\delta x_i^2 = (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{we} \quad \delta y_i^2 = (y_i - \bar{y})^2$$

kwadratlaryny hasaplap, tablisanyň başynjy we altynjy sütünlerinde ýazalyň. Gyşarmalaryň  $\delta x_i \delta y_i$  köpeltmek hasyllaryny hasaplap, tablisanyň ýedinji sütüninde ýazalyň. Standartyň empirik bahasyny tapalyň.

$$\sigma_{\xi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{968,4}{20}} = 6,96$$

$$\sigma_{\eta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}} = \sqrt{\frac{417,72}{20}} = 4,57.$$

2. Korrelýasiýa koeffisiýentini tapalyň

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n \delta x_i \delta y_i}{n} \cdot \frac{1}{\sigma_{\xi} \cdot \sigma_{\eta}} = \frac{563,33}{20} \cdot \frac{1}{6,96 \cdot 4,57} = 0,886..$$

3. 
$$Y = \rho \cdot x + b.$$

regressiýa gönüsiniň parametrlerini tapalyň

$$\rho = r \frac{\sigma_{\eta}}{\sigma_{\xi}} = 0,896 \frac{4,57}{6,96} = 0,582.$$

$$b = \bar{y} - \rho \cdot \bar{x} = 7,70 - 0,582 \cdot 9,91 = 1,932.$$

Onda gözlenýän regressiýa gönüsiniň deňlemesi

$$Y = 0,582x + 1,932 \quad (12)$$

bolar.

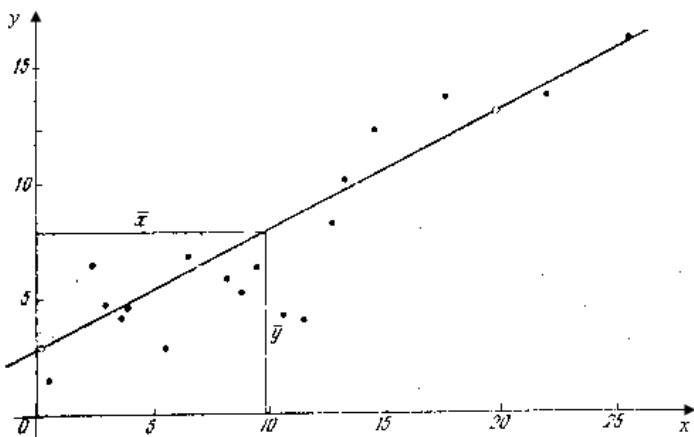
4. Regressiýa gönüsiniň  $\nu_i = Y_i - y_i$  iň ähtimal gyşarmalaryny we olaryň kwadratlaryny hasaplap, degişlilikde tablisanyň dokuzynjy we onunjy sütünlerinde ýazalyň. Regressiýa gönüsiniň iň ähtimal gyşarmasynyň orta kwadratik bahasyny tapalyň.

$$\bar{\sigma}_{\nu} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \nu_i^2}{n}} = \sqrt{\frac{90,024}{20}} = 2,12.$$

5. Hasaplamalaryň dogry geçirilendigini barlamak üçin, iň ähtimal gyşarmanyň orta kwadratik bahasynyň kömegi bilen korrelýasiýa koeffisiýentini tapalyň.

$$r = \sqrt{1 - \frac{\bar{\sigma}_{\nu}^2}{\sigma_{\eta}^2}} = \sqrt{1 - \frac{4,49}{20,88}} = 0,886.$$

6. Tablisadan peýdalanyp,  $Y = 0,582x + 1,932$  regressiýa gönüsiniň grafigini guralyň.



12-nji surat

Ölçemeler hatarlarynyň arasyndaky korrelýasia baglylygy  
7. Korrelýasiýa koeffisiýentiniň takyklygyny tapalyň.

$$\sigma_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} = \frac{1 - (0,886)^2}{\sqrt{20}} = 0,048.$$

**Bellik.** Göwrümi 50-den uly bolan ( $n > 50$ ) hatar üçin  $|r| \geq 3\sigma_r$  deňsizlik ýerine ýetýän bolsa, onda garalýan nyşanlaryň arasynda korrelýasiýa baglylygy bar hasap etmek bolar.

Başlangyç we soňky nokatlaryň arasyndaky poligonometrik ýörelgäniň hasaplanylyşy we ony korrelat usuly boýunça çözmek.

Düzedişleriň deňlemeleriniň koeffisientlerini we azat agzalaryny kesgitlemek üçin kesgitleýän punktlaryň ýakynlaşan bahalaryny bilmek hökmanydyr. Häzir hasaplamagyň takyklygy barada birnäçe söz aýdalyňu Belli bolşy ýaly ikinji klasly triangulýasiýada ölçenen buçlaryň orta kwadratik ýalňyşlyklary bir sekuntadan ýokary bolmaly däldirü Geçiriln ölçemeleriň takyklygy gaty ýokarydyr, sekundyň

ondan bir bölegi. Şol takyklygy saklamak üçin, hasaplamalary bir tertip ýokary hasaplamalydyr, ýagny sekundyň ýuzden bir bölegine, egerde tatap hasaplanýan bolsa santimetre çenli hasaplamalary geçirmelidir.

Indi bolsa üçburçlaryň çözlüşine geçeliň. Üçburçluklaryň çözüwi diýlip belli elementleriň kömegi bilen näbelli elementleriň hasaplanyşyna aýdylýar. Tekizlikde göni geodezik meseleleriň ýakynlaşan koordinatalaryny kesgitlemek üçin üçburçluklaryň çözüwi ulanylýar.

$$\begin{aligned}\Delta x_{ij} &= s_{ij} \cos a_{ij}, \\ \Delta y_{ij} &= s_{ij} \sin a_{ij}.\end{aligned}\quad (13)$$

Bu formulalardan görnüşi ýaly koordinatalaryň artdyrmasyň almak üçin hökmany taraplaryň uzynlygyny we direksion burçlaryň şol taraplary bilinmelidir. Şol sebäpli, hasaplamalaryň birinji ädimi taraplaryň uzynlygyny we direksion byrçlar hasaplanmalydyr, soňra galan galan taraplar we direksion burçlary hasaplamaga mümkinçilik döretmelidir. Поэтому первым этапом вычислений является вычисление твердых длин сторон и твердых дирекционных углов, чтобы по ним затем можно было бы вычислить длины остальных сторон и их дирекционные углы. Meseleler çözüleninde geodeziýanyň ters meselesi ulanylýar.

$$\begin{aligned}tg a_{ij} &= \frac{y_j - y_i}{x_j - x_i} = \frac{\Delta y}{\Delta x}, \\ s_{ij} &= \frac{\Delta s}{\cos a_{ij}} = \frac{\Delta y}{\sin a_{ij}}.\end{aligned}\quad (14)$$

Direksion burçyn hasaplanyşyny barlamak üçin aşakdaky formula ulanylýar

$$tg(a_{ij} + 45) = \frac{\Delta x + \Delta y}{\Delta x - \Delta y}.$$

Gerek taraplar we direksion burçlar hasaplanandan soň üçburçluklary çözmeklige başlaýarys. Üçburçluklar çözülide şol üçburçluklaryň in bolmanda bir tarapy belli bolmalydyr, burçlar belli hasap edilýär haçan-da kese ugur boýunça gözegçilik edilende. Burçlaryň bahalary gutarnykly dälendir, olar ýakynlaşandurlar. Taraplaryň uzynlygyny sinuslar teoremasyny ulanyp kesgitlemek bolar

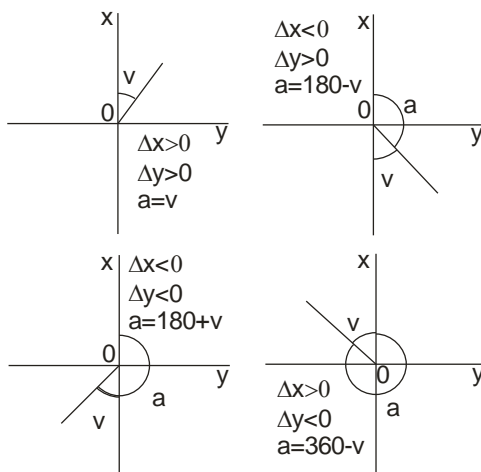
$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}, \quad (15)$$

bu ýerde  $a, b, c$  – üçburçluklaryň taraplarynyň uzynlygy,  $A, B, C$  – üçburçluklaryň burçlary  $a, b, c$  degişlilikde garşylykly. Eger üçburçlukda  $a$  tarap belli bolsa onda  $b$  we  $c$  taraplar aşakdaky formulalar boýunça kesgitlenýär

$$b = \frac{a \sin B}{\sin A}, \quad c = \frac{a \sin C}{\sin A}. \quad (16)$$

Bu formulalaeda umumy köpeldiji  $q = \frac{a}{\sin A}$ , diňe bir gezek hasaplamak ýeterliklidir, onda soňky formula aşakdaky görnüşe geler

$$b = q \sin B, \quad c = q \sin C.$$



13-nji surat

Direksion burçy koordinatalaryň artdyrmasy we ýiti burçlaryň üsti boýunça kesgitlenişi

A punktdan  $AB$  we  $AC$  taraplar ölçenen. Üçburçlukada ölçenen burçlaryň ýalňyşlyklyklary esasynda üçburçlykda burçlaryň jemi  $180$  gradusa deň bolmaýar. Eger ölçenen burçlary  $A'$ ,  $B'$ ,  $C'$  diýip belgilesek we  $180$  gradusdan aýyrsak alynan tapawuda näsazlyk diýip atlandyrylýar.

Bu näsazlyk

$$\omega = A' + B' + C' - 180.$$

formula boýunça kesgitlenýär.

Ölçenen üçburçlugyň jemi  $180$  gradusa deň bolmagy üçin näsazlyklary aradan aýyrmaly. Bu näsazlygy aýyrmak üçin düzedişler girizmeli, alynan näsazlygy üçe bölüp ters alamaty bilen ölçenen burçlara goşýarys. Ondan başga-da näsazlyk

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{[\omega^2]}{3n}},$$

formula burçlaryň takyklygyna baha bermek üçin ulanylýar. Bu ýerde  $\omega_i$  - üçburçlugyň näsazlygy,  $n$  näsazlygyň sany.

## Normal deňlemeleri Gaussyň usuly boýunça çözlüşi

Normal deňlemeler çözülende Statgraf we Statistika programmalarynyň ulanylyşy.

Normal deňlemeleri Gauss shemasy boýunça çözülýär. Üýtgeldilen koeffisienti hasaplamak üçin birinji eliminasion setirde duran  $(-[ab] / [aa])$  hemişelik köpeldiji galan deňlemelere köpeldip soňra birinji deňlemeden galan deňlemeleri gezekli gezegine aýyryars.

$$[bb1] = [bb] + \left(-\frac{[ab]}{[aa]}\right)[ab]; \quad [w_21] = w_2 + \left(-\frac{[ab]}{[aa]}\right)w_1; \quad [bf1] = [bf] + \left(-\frac{[ab]}{[aa]}\right)[af] \quad [\Sigma_21] = \Sigma_2 + \left(-\frac{[ab]}{[aa]}\right)\Sigma_1.$$

Drobyň maydalowjysy kwadrat koeffisient bolup durýar. Normal deňlemeleri korrelat usuly boýunça çözmek 5-nji tablisa

№	Setiriň ady	$\kappa_1$	$\kappa_2$	w	F	$\Sigma$	Barlag
1	Ilkinji normal deňleme	$[aa]$	$[ab]$	$w_1$	$[af]$	$\Sigma_1$	$\Sigma_1 = [aS] + w_1$
2	Eliminasion setir	-1	$-\frac{[ab]}{[aa]}$	$-\frac{w_1}{[aa]}$	$-\frac{[af]}{[aa]}$	$-\frac{\Sigma_1}{[aa]}$	Barlag
3	Ikinji normal deňleme		$[bb]$	$w_2$	$[bf]$	$\Sigma_2$	$\Sigma_2 = [bS] + w_2$
4	Özleşdirilen deňleme		$[bb1]$	$[w_21]$	$[bf1]$	$[\Sigma_21]$	Barlag
5	Eliminasion setir		-1	$-\frac{[w_21]}{[bb1]}$	$-\frac{[bf1]}{[bb1]}$	$-\frac{[\Sigma_21]}{[bb1]}$	Barlag

$$[vv] \quad 1 \cdot P_F$$

$$\kappa_2 = -\frac{[w_21]}{[bb1]}.$$

$$\kappa_1 = -\frac{w_1}{[aa]} - \frac{[ab]}{[aa]} \kappa_2$$

[vv] ýa-da [pvv] – deňtakykly däl ölçemeler üçin

$$[vv] = \frac{w_1^2}{[aa]} + \frac{[w_2 1]^2}{[bb1]}.$$

Funksiýanyň ters agramy  $1/P_F$  eliminasion deňlemeleriň setiri bilen  $F$  sütünini bir seti ýokaeda durýan sanlara köpeltmek hasylyndan  $[ff]$  emele gelýär.

$$\frac{1}{P_F} = [ff] - \frac{[af]^2}{[aa]} - \frac{[bf1]^2}{[bb1]}.$$

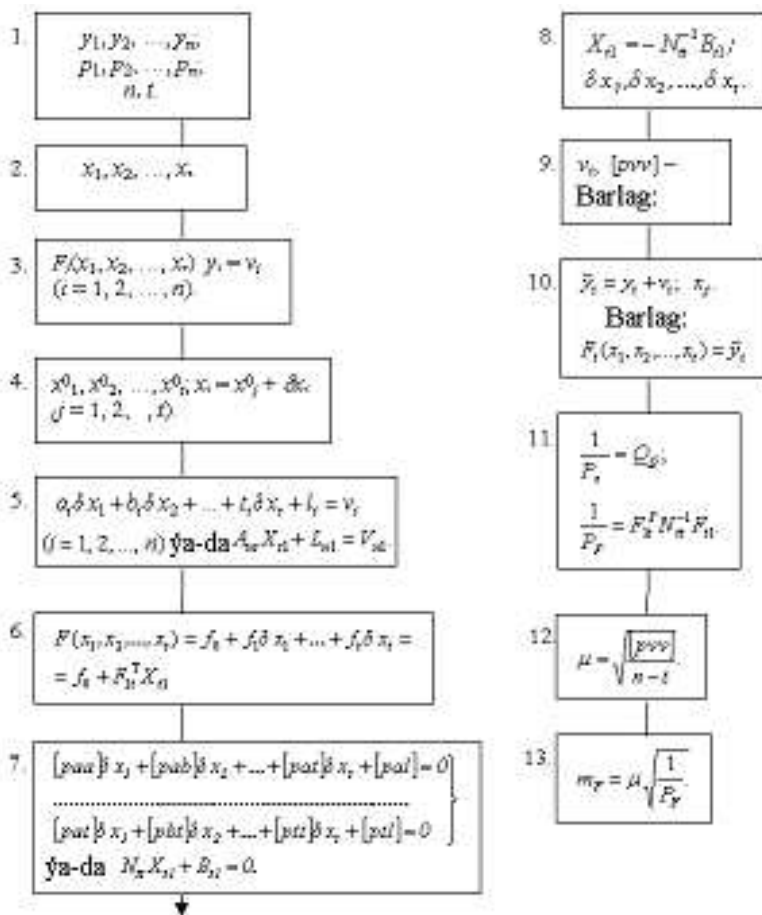
Normal deňlemeleriň iň soňky barlagy deňlemeleriň jemine korreladyň bahasyny göýmak arkaly hasaplanýar.

$$([aS] - [af])K_1 + ([bS] - [bf])K_2 + \dots + ([rS] - [rf])K_r + [w] = 0.$$

Meseläniň göýluşyna göre her bir meseläniň ýönekeý çözmek üçin onuň blok shemasyny düzmek.



## Korrelat usulu boýunça deňleşdirmegiň blok shemasy



1.  $y_i$  ölçmelerin jimini seljerip t gerekli ölçmelerin sanyny kesgitleýäris. Agramlaryň ulgamyny kesgitleýäris  $p_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ).
2. Bagly däl ululyklary saýlaýarys  $x_1, x_2, \dots, x_t$ , olaryň sany t deň bolmalydyr.

3. Parametrik deňlemeleriniň baglanyşygyny gurýarys. Hemme ölçenen ululyklary deňleşdirilen bahalaryny funksiýa görnüşinde aňladýarys..
4.  $x^0_j$  ýakynlaşan bahany kesgitleýäris.
5. Parametrik deňlemäni çyzykly görnüşe getiýäris düzedişleriň deňlemeleriniň azat agzalaryny we koeffisientlerini kesgitleýäris.
6. Takyklyga baha bermek üçin parametriň funksiýasyny düzýäris. Agram funksiýasyny bolsa çyzykly görnüşe getiýäris. Составляют функцию параметров для оценки ее точности. Весовую функцию линеаризуют.
7. Normal deňlemeleri düzýäris we onň koeffisientlerini we azat agzalaryny kesgitleýäris
8. Normal deňlemeleri çözüýäris we düzedişleri hasaplaýarys hem-de ýakynlaşan bahalar boýunça barlag geçiýäris.
9.  $[pv^2]$  ölçemeleriň netijeleri boýunça  $v_i$  düzedişleri hasaplaýarys hem-de barlag geçiýäris.
10. Deňleşdirilen ölçemeleriň netijeleriniň parametrlerini hasaplap barlag geçirýäris.
11. Funksiýanyň parametrleriniň ters agramyny kesgitleýäris.
12. Ölçemeleriň netijeleriniň takyklygyna baha berýäris. Birlik agrama bolan orta kwadratik gyşarmany kesgitleýäris.
13. Deňleşdirilen bahalaryň orta kwadratik agramyny kesgitleýäris.

## Niwelir torlaryny deňleşdirmek

BEÝSIK dilinde blok-shemanyň ýerine operator setirler bilen çäklendirilen programmanyň esasy böleklerine garalyň.

**5-22** - Maglumatlary girizmek. Toruň gurluşy we onuň her bir nokatdaky bahalary, ölçemeleriň gidişi we ýerine ýetirilişi baradaky maglumatlar.

**62-100** - Her bölegiň deňleşdirilişi (gaýtalanýan bölekleriň sany we gidişi boýunça). Zerur bolan gidişi ( $MET=1$  we  $MET=2$ ) hasaba almak üçin programmanyň **1060** we **1070** bölekleri niýetlenendir. Artykmaç gidişleri hasaba almaklyk programmanyň **1100** bölegi hyzmat edýär,  $Q$  matrisany,  $x$  wektory,  $[p_{vv}]$  ululygy hasaplamak hem-de gödek ýalňyşlyklary barlamaklyk (programmanyň **1130** bölegi) bilen ýerine ýetirilýär.  $Z'_i$  wektory hem-de  $q_i$  ululygy hasaplamaklyk üçin programmanyň **1030** bölegi hyzmat edýär. Sistematik ýalňyşlyklary hasaba almak belen deňleşdirilende programmanyň **1600** böleginde  $R_c$  we  $R_{cc}$  matrisalar emele gelýärler.  $MET=3$  boýunça deňleşdirilende her bölümde  $R$  matrisa we  $b$  wektor emele gelýär (programmanyň **1150** bölegi). Hasaplamalar geçirilenden soň  $R$  näbellini kesgitlemek we  $[p_{vv}]$  ululygy hasaplamak ýerine ýetirilýär (programmalaryň **2000**, **2300** we **2350** bölekleri).

**102-120** - Zerur (programmanyň **1400** bölegi) we artykmaç (programmanyň **1030** bölegi) bölekleriň arasyndaky baglaşdyryjy ölçegleri hasaba almak, şol ölçegler üçin  $R_c$  we  $R_{cc}$  matrisalary kesgitlemek üçin hyzmat edýär.

**126-140** - Ters matrisanyň hasaplanyşy. (programmalaryň **220**, **230**, **140** we **250** bölekleri)

**150-154** - Deňleşdirmeleriň netijeleriniň çapa çykarylyşy ( $Q$  matrisany,  $x$  wektory,  $[p_{vv}]$  ululyklary,  $r=n-k$  we  $\mu$ )

**160-178** -  $[p_{vv}]_{barlag}$ ,  $(v_i)_{goşm.}$ ,  $PQ=k$  ululyklaryň goşmaça

barlagy.  $l_c$ ,  $\overline{Q}$ ,  $Q_{cc}$  we ululyklaryň hasaplanyşy,  $C$  we  $\mu_c$ -ululyklaryň birsyhly ýalňyşlyklaryny hasaba almak we netijeleri çapa çykarmak (programmanyň 1620 bölegi).

**180-182** -  $C$  matrisa özgerdilende ters matrisany tapmak.

**200-208** - Näbellileri başga ulgama öwürmekligiň programmasy ( $X$  wektoryň täze ýakynlaşmalaryň bahalaryny girizmek arkaly).

5 INPUT "МЕТОД" ; MET : INPUT "Bölekleriň sany" ; G :  
W=0

10 INPUT "K,T,L" ; K,T,LN : INPUT "K(Berlenler.)=" ; KI :  
INPUT "F=" ; F :

H=K\*(K+1)/2 : DIM Q(H)

11 DIM X(K+T) : DIM I(LN) : DIM H(LN) : DIM P(LN)

12 DIM K(G) : DIM L(G) : DIM T(G) : DIM M(G) : DIM  
F(G)

14 F1=0 : IF G=1 THEN K(1)=K : L(1)=LN : T(1)=T :

M(1)=KI : IF T=0 AND KI=0 THEN F(1)=1 : F1=1

15 IF G=1 THEN GOTO 23

16 FOR I=1 TO G : PRINT "Blok" ; I : PRINT :

INPUT "K=" ; K(I) : INPUT "L=" ; L(I)

18 INPUT "T=" ; T(I) : INPUT K(Berlen).=" ; M(1)

20 IF T(I)=0 AND M(I)=0 THEN F(I)=1 : F1=F1+F(I)

22 NEXT I

23 IF F1=G THEN INPUT "G ⊗=" ; G ⊗ : IF G ⊗="G"  
THEN

GOSUB 250 : GOTO 44

24 GOSUB 184

26 PRINT " Berilen nokatlar barada maglumat"

28 DIM X(K+T) : E=1 : Y=K : FOR P=1 TO G

30 IF F(P)=1 THEN GOTO 42

32 IF M(P) <> 0 THEN GOSUB 1000

33 IF F= 1 THEN GOTO 42

```

J36 FOR S=1 TO T(P) : Y=Y+1
138 INPUT "H";(Y);"=";X(Y) : PRINT X(Y)
40 NEXT S
42 E=E+K(P) : NEXT P
43 IF W<>0 THEN GOTO 60
44 PRINT "Gidiş barada maglumat"
45 PRINT "P(I)=CONST ? " : INPUT A□ : PRINT
47 PRINT "Hemişelik ýalňyşlyklar ?" : INPUT C⊗
48 FOR J=1 TO LN : PRINT "Gidiş";J
50 INPUT "I=" ;I(J) : PRINT I(J)
51 IF A⊗="NET" THEN INPUT "1/P=";P(J) : PRINT P(J) :
GOTO 53
52 P(J)=1
53 IF F=2 THEN INPUT "H=";H(J) : PRINT H (J)
54 NEXT J
55 INPUT "Agramyň birligi=";A0
60 CLS:DIM V(K) : DIM R(G) : DIM S(G) : DET=1 :
K1=1/K: IF C⊗ =
    "ДА" THEN DIM C(K) : RC=0 : LC=0
62 E=1 : L1=0 : FOR P=1 TO G : D=E : D1=0 :
    PR=1 : IF M(P)< >0 THEN D=E+M(P)-1
64 IF F(P)=1 THEN H=E*(E+1)/2 : Q(H)=1 : V(E)=1
68 FOR W=1 TO L(P) : L=0
70 W1=L1+W : C=I(W1)
72 GOSUB 900
74 GOSUB 1020 : Q=P(W1)
76 IF A<=K THEN V(A)=V(A)+1
78 IF B<=K THEN V(B)=V(B)+1
80 IF V(B)=1 THEN X(B)=X(A)+H(W1) : GOTO 84
82 L=X(A)+H(W1)-X(B) : GOTO 88
84 IF MET=1 THEN GOSUB 1030 : GOSUB 1060 : GOTO
92
86 IF MET =2 THEN GOSUB 1070 : GOTO 92

```

```

88 IF MET< >3 THEN GOSUB 1030 : GOSUB 1100 : GOTO
92
90 GOSUB 1150
92 NEXT W
94 IF MET=3 THEN Z=D1 : GOSUB 2000
96 E=E+K(P)
98 S=S(P) : IF MET=3 THEN R(P)=L(P)-K(P)+F(P)+M(P)
99 R=R(P) : PRINT "Bölek";P : PRINT :
    PRINT "PVV=";S(P) : PRINT "R=";R(P) : IF R(P)>3
THEN GOSUB 1500
100 L1=L1+L(P) : NEXT P : P=G : IF G=1 THEN GOTO 126
102 V=1 : D=K(V) : E=1 : FOR W=L1+1 TO LN
104 PR=SGN I(W) : C=ABS I(W) : GOSUB 900
106 IF B>D THEN V=V+1 : D=D+K(V)
114 L=X(A)+H(W)-X(B) : IF F(V)<> 1 THEN PR=1
115 IF C ⊗ ="Bolsa" THEN W1=W: GOSUB 1600
116 IF PR=-1 AND F(V)=1 THEN E=D-K(V)+1 :
GOSUB 1400 : E=1 : GOTO 120
118 Q=P(W) : GOSUB 1030 : GOSUB 1100
120 NEXT W
126 IF F1< >G THEN Q ⊗ ="Q" : GOTO 150
130 H=1 : DIM Z(K,2) : DIM E(2) : X=1 :
    IF G ⊗ ="G" THEN GOSUB 260 : GOTO 135
131 FOR J=1 TO K : GOSUB 220 : NEXT J
132 H=2 : FOR I=2 TO K : FOR J=1 TO I-1
133 Z(I,X)=Z(I,X)+Q(H) : H=H+1 : NEXT J : H=H+1 : NEXT
I
134 Q=0 : FOR I=1 TO K : Q=Q+Z(I,X) : NEXT I
135 E(X)=Q : GOSUB 230
136 X=2:H=1 : FOR I=1 TO D:
    H=H+I-1 : Z(I,X)=Q(H) : NEXT I : Q=-1+Z(1,X)
138 E(X)=Q : GOSUB 230
140 Q ⊗ ="R+": IFG ⊗ ="G" THEN Q ⊗ ="R-"
150 GOSUB 1700

```

```

151 IF F=1 THEN GOTO 178
152 FOR I=1 TO K : PRINT "H";I;"=";X(I) : NEXT I : PRINT
154 R=0 : S=0 : FOR I=1 TO G : R=R(I)+R:
    S=S+S(I) : NEXT I : PRINT "PVV=";S :
    PRINT "R=";R : IF R>3 THEN GOSUB 1500
160 PVV=0 : SP=0 : FOR W=1 TO LN
162 C=I(W) : IF C<0 THEN C= -C
163 GOSUB 900
164 L=X(B)-X(A)-H(W) : PVV=PVV+ABS L2/P(W)
165 IF C ⊗ = "Bolsa" THEN LC = LC + L*H(W)/P(W)
166 J=B : H=J*(J+1)/2 : Q=Q(H)
168 IF A> K THEN GOTO 174
170 I=A : H=I*(I+1)/2 : Q=Q(H)+Q
172 H=I+J*(J-1)/2 : Q=Q-2*Q(H)
174 SP=SP+Q/P(W) : Q=P(W)-Q : PR=1 : GOSUB 1130
176 NEXT W : PRINT "PVV=";PVV : PRINT
"SP(PQV)=";SP
177 IF C ⊗ = " Bolsa " THEN GOSUB 1620 : STOP
178 IF T+KI< >0 THEN STOP
180 INPUT "R ⊗ =";R ⊗ <RG : IF R ⊗ ="NET" THEN STOP
182 F=1: GOSUB 240 : G ⊗ ="G" : GOTO 130
184 CLS : H=K*(K+1)/2 : DIM Q(H) : IF MET=3 AND F=2
THEN DIM B(K)
186 IF MET=1 THEN H=0 : FOR I=1 TO K :
H=H+I:Q(H)=1E5: NEXT I
188 RETURN

190 CLS : INPUT "MET="; MET : IF T=0 THEN GOTO 24
192 GOSUB 184 : IF KI< >0 THEN GO TO 28
194 GOTO 43

200 W= 0 : Z=0 : FOR I=1 TO K : INPUT "H"; (I);"="; Y :
PRINT Y

```

```

202 L=X(I)-Y : IF G⊗ ="G" THEN W=W+C(I) :
Z=Z+C(I)*L:GO TO 206
204 Z=Z+L : W=W+1
206 NEXT I
208 FOR I=1 TO K : X(I)=X(I)-Z/W :
PRINT "H";I;"=";X(I) : NEXT I : STOP

220 FOR I=1 TO J : Z(I,X) = Z(I,X) + Q(H) : H=H+1: NEXT
I: RETURN
230 H=0 : FOR J=1 TO D : C=Z(J,X)/Q
232 FOR I=1 TO J : H=H+1
234 Q(H)=Q(H)-Z(I,X)*C : NEXT I : NEXT J
236 RETURN

240 Q= -E(X) : GOSUB 230
242 X=1 : Q= -E(X) : GOSUB 230 : GOSUB 250
244 RETURN

250 DIM C(K) : FOR I=1 TO K : INPUT "C.";(I);"=";
C(I) : PRINT C(I) : NEXT I : RETURN

260 FOR J=1 TO K : IF C(J)=0 THEN H=H+J: GOTO 264
262 GOSUB 220
264 NEXT J
266 H=2 : FOR I=2 TO K : FOR J=1 TO I-1
267 IF C(J)=0 THEN H=H+1 : GOTO 270
268 Z(I,X)=Z(I,X)+Q(H) : H=H+1
270 NEXT J : H=H+1 : NEXT I
272 Q=0 : FOR I=1 TO K : Q=Q+Z(I,X)*C(I) : NEXT I
275 RETURN
900 Y=C/1000 : A=INT(Y+0,5) : B=(Y-A)*1000 :
B=INT(B+0,5)
902 RETURN
1000 C=E : IF P=1 THEN GOTO 1003

```



```

1001 FOR J=1 TO M(P) : INPUT "H.";(C);X(C) : PRINT
X(C)
1002 C=C+1 : NEXT J : S⊗="Q" : IF MET=3 THEN
S⊗="P"
1003 GOSUB 1010
1004 RETURN

```

```

1010 FOR I=1 TO M(P) : A=I+E-1 FOR J=1 TO M(P) :
B=J+E-1
1012 H=A+B*(B-1)/2
1014 INPUT (S⊗);"(";(A);".";(B);")";Q(H) : PRINT Q(H)
1016 NEXT J : NEXT I
1018 RETURN

```

```

1020 C=2 : M=2 : IF B>K THEN C=1 : GOTO 1024
1022 IF B>D THEN D=B
1024 IF A>K THEN IF C=1 : M==1 : GOTO 1028
1026 IF A>D THEN D=A
1028 RETURN

```

```

1030 DIM Z(K) : IF A>K THEN GOTO 1046
1034 J= A : Y=-1 : H=E+A*(A-1)/2-1
1036 FOR I=E TO D
1038 IF I=<J THEN H=H+1 : GOTO 1042
1040 H=H+I-1
1042 Z(I)=Z(I)+Y*Q(H)
1044 NEXT I : IF Y=1 THEN GOTO 1048
1046 IF B<=K THEN J=B : Y=1 : H=E+B*(B-1)/2-1 : GOTO
1036
1048 IF A<=K THEN Q=Q-Z(A)
1050 IF B<=K THEN Q=Q+Z(B)
1052 RETURN

```

```

1060 H=E+B*(B-1)/2-1 : Z=Z(B)/Q

```

```

1062 FOR I=E TO D : H=H+1
1064 Q(H)=Q(H)-Z(I)*Z
1066 NEXT I : DET=DET*(P(W1)/Q*10↑5)↑K1
1068 RETURN
1070 H=B*(B+1)/2 : DET=DET*P(W1)↑K1
1072 IF A>K THEN Q(H)=Q : GOTO 1090
1074 HA=E+A*(A-1)/2-1 : HB=H-B+E-1
1076 FOR I=E TO B-1 : HB=HB+1
1078 IF I<=A THEN HA=HA+1 : GOTO 1082
1080 HA=HA+I-1
1082 Q(HB)=Q(HA)
1084 NEXT I
1086 HB=HB+1:HA=A*(A+1)/2
1088 Q(HB)=Q(HA)+Q
1090 RETURN

1100 H=E*(E-1)/2 : FOR X=E TO D
1102 H=H+E-1 : C=Z(X)/Q
1104 FOR I=E TO X : H=H+1
1105 Q(H)=Q(H)-C*Z(I) : NEXT I
1106 NEXT X : DET=DET*(P(W1)/Q)↑K1 : R(P)=R(P)+1:
      IF F=1 THEN GOTO 1122
1107 IF V=LN+1 THEN GOTO 1122
1108 GOSUB 1130 : LQ=L/Q : FOR I=E TO D
1110 X(I)=X(I)+Z(I)*LQ : NEXT I
1120 IF PR=1 THEN S(P)=S(P)+L*L/Q : R(P)=R(P)+1
1122 RETURN

1130 LD==2*SQRQ*AO : IF ABS L>LD AND PR=1 THEN
      PRINT "L.";W;"="";L : PRINT "L  Goşmaça="";LD :
STOP
1132 RETURN

1150 IF C=2 THEN X1=ABS(B-A) : IF X1>D1 THEN D1=X

```

```

1152 X=C+M : IF X=4 THEN I=A : J=B : Y= -1 : GOSUB
1180
1154 IF X=3 OR X=4 THEN I=A : J=I : Y=1 : GOSUB 1180
1156 IF X=2 OR X=4 THEN I=B : J=I : Y=1 : GOSUB 1180
1157 IF F=1 THEN GOTO 1164
1158     IF     X=4     THEN     B(A)=B(A)-L/P(W1)     :
B(B)=B(B)+L/P(W1)
1160 IF X=2 THEN B(B)=B(B)+L/P(W1)
1162 S(P)=S(P)+ABS L↑2/P(W1)
1164 RETURN

1180 GOSUB1200: Q(H)= Q(H)+ Y*1/ P(W1)
1182 RETURN

1200 IF J=>1 THEN H=I+J*(J-1)/2 : GOTO 1204
1202 H=J+I*(I-1)/2 ;04
1204 RETURN

1400 H=E*(E-1)/2 : M=0 : FOR J=E TO D :M=M+1:
H1=A*(A-1)/2
1402 FOR I=1 TO E-1 : H=H+1 :
    IF I<=A THEN H1=H1+1 : GOTO 1406
1404 HI=H1+I-1
1406 Q(X)=Q(H1)
1408 NEXT I : H=H+M
1410 NEXT J
1412 H=E*(E-1)/2 : H1=A*(A+1)/2 : C=Q(H1)
1414 FOR X=E TO D : H=H+E-1 : IF F=2 THEN
    X(X)=X(X)+L
1416 FOR I=E TO X : H=H+1:Q(H)=Q(H)+C+P(W)-1
1418 NEXT I : NEXT X
1424 RETURN

1500 M=S/R : M=SQR M : M=INT (M*1000)/1000 :
PRINT "MO=";M;"mm" : PRINT

```

1502 RETURN

1600 IF A>K THEN COTO 1604

1602 C(A)=C(A)-H(W1)/P(W1)

1604 C(B)=C(B)+H(W1)/P(W1)

1606 RC=RC+ABS H(W1) $\uparrow$ 2/P(W1)

1610 RETURN

1620 H=1 : DIM Z(K) : FOR J=1 TO K

1622 FOR I=1 TO J : Z(I)=Z(I)+Q(H)\*C(J) : H=H+1 : NEXT I

1624 NEXT J : H=2 : FOR I=2 TO K

1626 FOR J=1 TO I-1 : Z(I)=Z(I)+Q(H)\*C(J) : H=H+1

1628 NEXT J : H=H+1 : NEXT I

1630 Q=RC : FOR I=1 TO K : Q=Q-Z(I)\*C(I) : NEXT I :

QC=1/Q

1634 H=0 : FOR X=1 TO K : Z=Z(X)\*QC

1636 FOR I=1 TO X : H=H+1

1638 Q(H)=Q(H)+Z(I)\*Z : NEXT I : NEXT X

1640 CC=QC\*LC : FOR I=1 TO K

1642 X(I)=X(I)-Z(I)\*CC : NEXT I

1644 S=S-CC\*LC : R=R-1 : GOSUB 1500

1646 DET=DET\*QC\*RC

1648 PRINT " *Netije*"

1649 GOSUB 1700 : PRINT "C=";CC;"QC=";QC

1650 FOR I=1 TO K : PRINT "H;";I;"=";X(I):

NEXT I : PRINT "PVV=";S : IF R>3 THEN GOSUB

1500

1652 RETURN

1700 H=0 : FOR J=1 TO D : FOR I=1 TO J :

H=H+1 : PRINT Q $\otimes$ ;"(";I;"=";J;");Q(H) :

NEXT I : PRINT : NEXT J : PRINT "DET Q $\uparrow$

(I/K)=";DET

1702 RETURN

***R=T<sup>T</sup>T Matrisany üçburçly görnüşe getirmek***

```
2000 I =E : Z1=Z+E : S=E*(E+1)/2 : DET=DET/Q(S)↑K1
2002 B=1/SQR Q(S) : Q(S)=B : H=S+I : V=Z1
2004 FOR J=E+1 TO V : Q(H)=Q(H)*B : H=H+J : NEXT J
2006 FOR I=E+1 TO D : S=S+I : S1=S : I1=I-1
2008 M=I-Z : IF M<=E-1 THEN M=E
2010 N=M : C=M+I*I1/2 : W=C
2012 FOR J=I TO V : C1=C
2014 A=Q(S1) : FOR L=C1 TO S-1
2016 A=A-Q(L)*Q(W) : W=W+1 : NEXT L
2018 IF I=J THEN DET=DET/A↑K1 : B=1/SQR A:Q(S)=B :
GOTO 2022
2020 Q(S1)=A*B
2022 S1=S1+J : IF J>=Z1 THEN N=N+1 : C=C+1
2023 W=S1-I+N
2024 NEXT J : IF V<D THEN V=V+1 : Q(S1)=Q(S1)*B
2025 NEXT I
2026 IF F=2 THEN GOSUB 2350
2027 GOTO 2300
2028 INPUT "I=";I1;"J=";J1 : DIM Z(D) :
      DIM W(D) : I=I1 : A=1 : GOSUB 2030 :
      I=J1 : A =2 : GOSUB 2030 : GOSUB 2045
2030 I1=I+1 : S=I1 : H=I+I*I1/2 :
      IF A=1 THEN Z(I)=Q(H-I) : GOTO 2032
2031 W(I)=Q(H-I)
2032 FOR J=I1 TO D
2034 M=H+J-I1 : B=0 : IF J<=Z+1 THEN V=H : GOTO 2037
2036 V=M-Z+1
2037 C=S-1 : FOR L=V TO M : IF A=1 THEN B = B -
Q(L)*Z(C) : GOTO 2039
2038 B=B-Q(L)*W(C)
2039 NEXT L : IF A=1 THEN Z(S)=B+Q(L) : GOTO 2042
2040 W(S)=B+Q(L)
2042 H=H+J : S=S+1 : NEXT J
```

```

2044 RETURN
2045 CI=0 : FOR I=II TO D : CI=CI+ABS Z(I)f2 : NEXT I
2046 CJ=0 : CIJ=0 : FOR I=JJ TO D : CJ=CJ+ABS W(I) ↑2 :
      CIJ=CIJ+Z(I)*W(I) : NEXT I
2050 CLS : X=II : Y=II : Z1=CI : GOSUB 2060: Y=JJ :
      Z1=CJ : GOSUB 2060 : X=JJ : Z1=CJ : GOSUB 2060
2052 RETURN
2060 PRINT "Q(";X;Y;")=";Z1 : PRINT : RETURN
Q=R-1 Ters matrisanyň hasaplanysy
2300 S=D*(D+1)/2 : Q(S)=Q(S) ↑2 : DIM Z(D)
2302 FOR I=2 TO D-E+1 : P1=D-I+1 : P2=P1+1 : S=S-P2 :
H=S
2304 M=P1+Z : IF M>D THEN M=D
2306 FOR J=P1 TO M : Z(J)=Q(H) : H=H+J : NEXT J
2308 H=S : FOR X=P2 TO D : H=H+X-1 : C=0
2310 H1=P2+X*(X-1)/2
2312 FOR J=P2 TO M : C=C+Z(J)*Q(H1)
2314 IF X<=J THEN H1=H1+J : GOTO 2318
2316 H1=H1+1
2318 NEXT J : Q(H)=-C*Q(S) : NEXT X
2320 H=S : C=Q(S) : FOR J=P2 TO M : H=H+J-1
2322 C=C-Z(J)*Q(H) : NEXT J : Q(S)=C*Q(S) : NEXT I
2324 RETURN

```

***Düzedişin Δx wektoryny hasaplamak***

```

2350 S=E*(E+1)/2 : B(E)=B(E)*Q(S) : S(P)=S(P)-ABS
B(E)↑2
2352 FOR J=E+1 TO D : S=S+J : M=J-Z : IF M<=E-1 THEN
M=E
2354 S1=M+J*(J-1)/2 : FOR I=M TO J-1 : B(J)=B(J)-
Q(S1)*B(I)
2356 SI = SI+1 : NEXT I : B(J)=B(J)*Q(S)
2358 S(P)=S(P)-ABS B↑(J)2 : NEXT J
2360 B(D)=B(D)*Q(S) : X(D)=X(D)+B(D) :

```

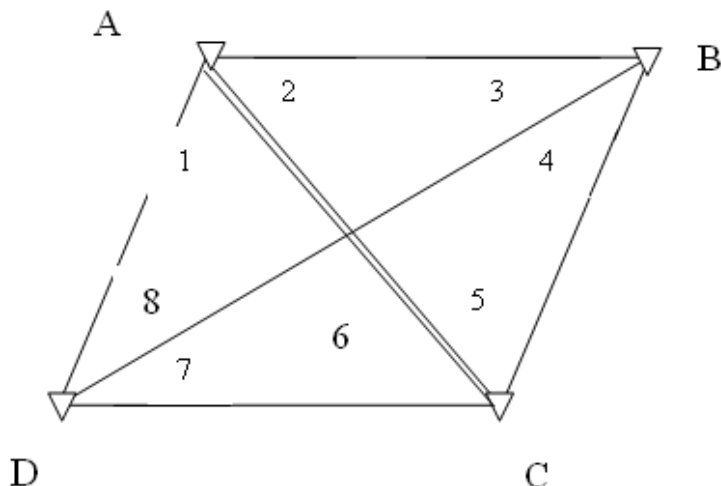
```

S=S-D : FOR I=D-1 TO E STEP-1
2362 S1=S+I : M=I+Z : IFM>D THEN M=D
2364 C=B(I) : FOR J=I+1 TO M :
      C=C-B(J)+Q(S1) : S1=S1+J : NEXT J : B(I)=C*Q(S)
2368 X(I)=X(I)+B(I) : S=S-I : NEXT I
2370 RETURN

```

### Geodezik dörtburçlygy korrelat usuly boýunça deňleşdirmek

Ters birnäçe gezek kertikligi in kiçi kwadratlar usuly parametrik ýoly bilen deňleşdirmek. Geodezik dörtburçlygy korrelat usuly bilen deňleşdirmek. B we D nokatlaryň koordinatalaryny kesgitlemek üçin geodezik dörtburçlugyň sekiz taraplaryň we dioganalaryň arasyndaky burç deňtakykly ölçenipdir ( $p_i = 1$ ). Ölçemeleriň netijeleri tablisada berlipdir.



14-nji surat.

Geodezik dörtburçlyk.  
Ölçemeleriň netijeleri.

6-njy tablisa

№	Ölçenen burçlar $\beta_i$	№	Ölçenen burçlar $\beta_i$
1	77°35' 46,3"	5	36°00' 05,7"
2	57° 00' 57,0"	6	46° 29' 49,3"
3	27° 22' 57,6"	7	37° 54' 10,8"
4	59° 35' 57,7"	8	18° 00' 15,7"

Şertli bagly däl deňlemeleriň sanyny kesgitleliň. Çyzykly tordaky hökmany ölçemeleriň sany täze kesgitlenýän punktlaryň iki esesine deňdir  $t = 2 \cdot 2 = 4$ . Число необходимых измерений в линейно-угловой сети равно удвоенному числу вновь определяемых пунктов, Число избыточных измерений Artykmaç ölçemeleriň sany bolsa

$$r = n - t = 8 - 4 = 4$$

deňdir.

Geodezik dörtburçlukda dört sany bagly däl deňlemeleriň ýerine üç sany denleme şertli deňlemeler, bir sany-polýus deňlemesi.

Составим условные уравнения связи.

Şertli deňlemelerde tekizlikde üçburçluklaryň jemi deňleşdirilenden soň  $180^\circ$  deňdir.  $\beta_i = i$  belgiläp. Dörtburçlyk üçin , meselem  $\triangle ABC$ ,  $\triangle ADC$ ,  $\triangle ABD$  şertli deňlemeler aşakdaky görnüşde ýazylar.

$$1. 5 + v_5 + 2 + v_2 + 3 + v_3 + 4 + v_4 - 180^\circ = 0;$$

$$2. 8 + v_8 + 1 + v_1 + 6 + v_6 + 7 + v_7 - 180^\circ = 0;$$

$$3. 1 + v_1 + 2 + v_2 + 3 + v_3 + 8 + v_8 - 180^\circ = 0.$$

Polýusyň şertli deňlemesi bir nokoda ymtylýan taraplaryň gatnaşygy deňleşdirilenden soň bire deňdir. Eger-de polýus a nokotda bolsa, onda



$$\frac{AB}{AC} \cdot \frac{AC}{A\bar{D}} \cdot \frac{A\bar{D}}{AB} = 1.$$

Sinuslar teoreması boýunça:

$$\Phi_4 = \frac{\sin(5+v_5)}{\sin(4+v_4+3+v_3)} \cdot \frac{\sin(8+v_8+7+v_7)}{\sin(6+v_6)} \cdot \frac{\sin(3+v_3)}{\sin(8+v_8)} - 1 = 0.$$

Şertli düzedişleriň deňlemelerini guralyň. Şertli deňlemeler çyzykly görnüşde ýazylyar. Şertli deňlemelere geçmek üçin näsazlyklary hasaplamaly, ol bolsa ölçenen burçlaryň jeminden  $180^\circ$  aýrylmagyna deňdir.

1)  $v_5 + v_2 + v_3 + v_4 + w_1 = 0$ ;  $w_1 = 5 + 2 + 3 + 4 - 180^\circ = -2,0''$ ;

2)  $v_8 + v_1 + v_6 + v_7 + w_2 = 0$ ;  $w_2 = 8 + 1 + 6 + 7 - 180^\circ = +2,1''$ ;

3)  $v_1 + v_2 + v_3 + v_8 + w_3 = 0$ ;  $w_3 = 1 + 2 + 3 + 8 - 180^\circ = -3,4''$ .

Polýusyň şertli deňlemesi Teýloryň hataryna dagydylandan soň diňe birinji tertipli agzalar bilen çäklenýär.

$$\Phi(y_1 + v_1, y_2 + v_2, \dots, y_n + v_n) = \Phi(y_1, y_2, \dots, y_n) + \left( \frac{\partial \Phi}{\partial y_1} \right)_0 v_1 + \left( \frac{\partial \Phi}{\partial y_2} \right)_0 v_2 + \dots$$

$$\Phi_4 = \underbrace{\frac{\sin 5 \sin(8+7) \sin 3}{\sin(3+4) \sin 6 \sin 8}}_{w_4} - 1 + \left( \frac{\partial \Phi_4}{\partial \beta_5} \right)_0 v_5 + \left( \frac{\partial \Phi_4}{\partial \beta_7} \right)_0 v_7 + \dots + \left( \frac{\partial \Phi_4}{\partial \beta_6} \right)_0 v_6$$

$$\left( \frac{\partial \Phi_4}{\partial \beta_5} \right)_0 = \text{ctg } 5 = \Delta_5.$$

$B_6$  boýunça  $\Phi_4$  hususy önüm

$$\left( \frac{\partial \Phi_4}{\partial \beta_6} \right)_0 = -\text{ctg } 6 = -\Delta_6.$$

$B_8$  boýunça  $\Phi_4$  hususy önüm

$$\left( \frac{\partial \Phi_4}{\partial \beta_8} \right)_0 = \operatorname{ctg}(8 + 7) - \operatorname{ctg} 8 = \Delta_{8+7} - \Delta_8.$$

Polýusyň düzedilen deňlemesi

$$\Delta_5 \frac{v_5}{\rho''} + \Delta_{8+7} \frac{v_7}{\rho''} + (\Delta_{8+7} - \Delta_8) \frac{v_8}{\rho''} +$$

$$+ (\Delta_3 - \Delta_{4+3}) \frac{v_3}{\rho''} - \Delta_{4+3} \frac{v_4}{\rho''} - \Delta_6 \frac{v_6}{\rho''} + w_4 = 0$$

görnüse geler.  $\rho''$  köpeldip, alarys

$$\Delta_5 v_5 + \Delta_{8+7} v_7 + (\Delta_{8+7} - \Delta_8) v_8 + (\Delta_3 - \Delta_{4+3}) v_3 -$$

$$- \Delta_{4+3} v_4 - \Delta_6 v_6 + w_4'' = 0,$$

bu ýerde

$$w_4'' = w_4 \cdot \rho''.$$

$\Delta_i$  koeffisientleri we  $w_4''$  näsazlygy kesgitlemek üçin Polus.exe programmasyny ulanalyň onuň üçin sanowjynyň burçlary maýdolowjynyň şertli polýus deňlemesini ilkinji maglumatlar bolup hyzmat edýär.

$\Delta_i$  we  $w_4''$  hasaplanyşy

$$w_4'' = +2,67''.$$

Polýusyň düzediş girizilen deňlemesi

$$4) 1,38 v_5 + 0,68 v_7 + 1,88 v_3 - 0,05 v_4 - 0,95 v_6 - 2,40 v_8 + 2,67 = 0.$$

Agram funksiýasyny düzeliň

Goý

$$F = \bar{\alpha}_{AB} = \alpha_{CA} + 180 - \beta_2 - v_2 = f_0 - v_2$$

7-nji tablisa

...	Sanowjy	...	...	Maýdalowjy	...
N <sub>0</sub>	$\beta_i$	$\Delta_i$	N <sub>0</sub>	$\beta_i$	$\Delta_i$
5	36°00' 05,7"	1,38	3+4	86°58' 55,3"	0,05
8+7	55° 54' 26, 5"	0,68	6	46° 29' 49,3"	0,95
3	27° 22' 57,6"	1,93	8	18° 00' 15,7"	3,08

-deňleşdirmegiň netijesinde hasaplanan AB tarapyň direksion burçy, şeýlelikde şertli düzedilen deňlemeleri alarys

$$\left. \begin{aligned} v_2 + v_3 + v_4 + v_5 - 2,0 &= 0 \\ v_1 + v_6 + v_7 + v_8 + 2,1 &= 0 \\ v_1 + v_2 + v_3 + v_8 - 3,4 &= 0 \\ 1,38 v_5 + 0,68 v_7 + 1,88 v_3 - 0,05 v_4 - 0,95 v_6 - 2,40 v_8 + 2,67 &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Agram funksiýasy bolsa

$$F = f_0 - v_2.$$

deňdir.

Funksiýany we şertli deňlemeleriň koeffisientlerini tablisada ýerleşdireliň

Funksiýa we şertli deňlemeleriň koeffisientleri

8-nji tablisa

№	a	b	c	d	f	v
1	0	1	1	0	0	...
2	1	0	1	0	-1	...
3	1	0	1	+1.88	0	...
4	1	0	0	-0.05	0	...
5	1	0	0	+1.38	0	...
6	0	1	0	-0.95	0	...
7	0	1	0	+0.68	0	...
8	0	1	1	-2.40	0	...

Meseläni KORREL.EXE. programmynyň kömegi bilen çözelin. Şertli deňlemeleriň koeffisientlerini sütün boýunça girizelin

Ekrandan göçürelin:

1. Ölçemeleriň netijesinde  $v$  düzedişleriň bahasyny tablisanyň sütüni
2. Ölçenen ýalňyşlyklaryň  $m$  orta kwadratik ýalňyşlygy
3. Ters agram  $1/P_F$  we orta kwadratik ýalňyşlyk  $m_F$  funksiýanyň ýalňyşlygy burçlaryň

$\bar{\beta}_i = \beta_i + v_i, \quad (i = 1, 2, \dots, 8)$  deňleşdirilen bahalaryny hasaplaýarys we deňleşdirmegiň barlagyny geçirýäris

$P$  punktyň koordinatalaryny kesgitlemek üçin  $r_i$  ugur boýunça  $P_i$  uzynlyklar ölçenen, olaryň koordinatalary  $x_i, y_i$ , mesele  $P(x; y)$  deňleşdirilen koordinatalary kesgitlemekden durýar.

Hökmany ölçemeleriň sany  $k=3 \Rightarrow$  parametrleriň sany bolsa 3.  $P$  punkutyň koordinatasyny, ters agram matrisasyny  $Q_i$ ;  $m_r$ ;  $m_x$ ;  $m_y$ ;  $r_i$ ,  $A$ ,  $a_0$ ,  $N$ ,  $\lambda$ ,  $\tau_j$ ,  $v_i$  hasaplamak gerek bolýar.

Işçi formulalar

$$\alpha_i = z + r_i$$

$$r_i = \alpha_i - z$$

$$\alpha_i = \arctg \frac{y_i - y}{x_i - x}$$

$$r_i = -z + \arctg \frac{y_i - y}{x_i - x}$$

$$l_i = \psi_i(t_1, t_2, \dots, t_k)$$

$$r_i = \psi_i(z, x, y)$$

$$v_i = a_{i1}r_1 + a_{i2}r_2 + \dots + a_{ik}r_k + a_{io},$$

bu ýerde  $a_{io} = \psi_i^0 - l_i$

$\delta z$ ,  $\delta x$ ,  $\delta y$  düzedişleri we ýakynlaşan bahalary  $v_i$ - ölçemeleriň netijeleriniň düzedişlerini belgiläliň

Onda deňleşdirilen deňlemeler aşakdaky görnüşde ýazylar

$$\left. \begin{aligned} r_i &= r_i + v_i \\ x &= x^0 + \delta x \\ y &= y^0 + \delta y \end{aligned} \right\}$$

$$v_i = a_{i1} \delta z + a_{i2} \delta x + a_{i3} \delta y + a_{io}$$

$$a_{i1} = \left( \frac{d\Psi_i}{dt_1} \right)_0 = \left( \frac{d\bar{r}_i}{dz} \right)_0 = -1$$

$$a_{i2} = \left( \frac{d\Psi_i}{dt_2} \right)_0 = \left( \frac{d\bar{r}_i}{dx} \right)_0 = \frac{d}{dx} \left( \arctg \frac{y_i - y}{x_i - x} \right) = \frac{\Delta y_i}{S_i} = \frac{\sin \alpha_i^0}{S_i^0}$$

$$a_{i3} = \left( \frac{d\Psi_i}{dt_3} \right)_0 = \left( \frac{d\bar{r}_i}{dy} \right)_0 = \frac{d}{dy} \left( \arctg \frac{y_i - y}{x_i - x} \right) = -\frac{\Delta x_i}{S_i} = -\frac{\cos \alpha_i^o}{S_i^o}$$

$$v_i = -\delta z + \frac{\sin \alpha_i^o}{S_i^o} \delta x - \frac{\cos \alpha_i^o}{S_i^o} \delta y + a_{i0},$$

bu ýerde  $a_{i0} = -z^0 + \alpha_i^0 - r_i = r_i^0 - r_i$

Duzedişleri we burçlaryň ululyklaryny sekuntda aňladalyň

$$a_{i2} = 2062,65 \frac{\sin \alpha_i^o}{S_i^o} \quad a_{i3} = -2062,62 \frac{\cos \alpha_i^o}{S_i^o}$$

$$(S) = 2062,65 \frac{\sin \alpha_i^o}{S_i^o} \quad (C) = 2062,62 \frac{\cos \alpha_i^o}{S_i^o}$$

$$v_i'' = -\delta z'' + (S)_i \delta x - (C)_i \delta y + (r_i^0 - r_i)^0,$$

bu ýerde  $r_i^0 = -z^0 + \alpha_i^0$

Soňra matrisa  $A, a_{i0}, N, \lambda$  we ş.m. düzülýär ,  
hasaplamlary deňleşdirme hasaplaryndaky hasaplamlar ýaly geçirilýär. ( Ölçemeler deňtakykly we baglanyşykly däl hem-de matrisalaryň agramlary bire deň)

### Maglumatlar

№	Nokatlaryň koordinatasy		Öçenen ugur $r_i$		
	$x_i$	$y_i$	°	'	''
1	10687,221	9696,601	0	0	0,00
2	5547,233	12183,781	75	10	40,00
3	6617,089	7137,281	141	9	28,00
4	8294,310	4125,674	219	24	2,00
5	11194,446	5979,039	285	22	46,00

### Parametrler

№.	Toruň elementi	Ýakynlaşan baha $t_0$	Düzediş $\tau_j$	Düzedişiň deňlemesi $t_i = t_0 + \tau_j$		
1	z	46 40 0,83	0,33	46	40	1,16
2	x	8519,33	-4,220	8519,288		
3	y	7398,67	1,455	7398,685		

**Ýakynlaşan direksion burçlaryň we taraplaryň tapylyşy**

Ahyrky Başky	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
	P	P	P	P	P
$y_i$	9696,601	12183,781	7137,281	4125,674	5979,039
$y^0$	7398,67				
$\Delta y_i = y_i - y^0$	2297,931	4785,111	-261,389	-3272,996	-1419,631
$x_i$	10687,221	5547,233	6617,089	8294,310	11194,446
$x^0$	8519,33				
$\Delta x_i = x_i - x^0$	2167,891	-2972,097	-1902,241	-225,020	2675,116
$\operatorname{tg} \alpha^0 = \Delta y_i / \Delta x_i$	1,059984566	-1,610011719	0,137411085	14,54535597	-0,530680165
$\alpha_{\text{табл.}}$	46 40 04,5	58 09 18,1	7 49 26,7	86 04 01,5	27 57 14,4
$\alpha^0$	46 40 04,5	121 50 41,9	187 49 26,7	266 04 01,5	332 02 45,6
$\cos \alpha^0$	0,686226	-0,527623	-0,990691	-0,068589	0,883324
$\sin \alpha^0$	0,727389	0,849479	-0,136132	-0,997645	-0,468763
$(S_i) = \Delta y_i / \sin \alpha^0$	3159,1515	5632,9963	1920,1159	3280,7220	3028,4646
$(S_i) = \Delta x_i / \cos \alpha^0$	3159,1515	5632,9963	1920,1159	3280,7220	3028,4646
(C)	0,4480	-0,1932	-1,0642	-0,0431	0,6016
(S)	0,4749	0,3111	-0,1462	-0,6272	-0,3193
$a_{i2}$	0,4749	0,3111	-0,1462	-0,6272	-0,3193
$a_{i3}$	-0,4480	0,1932	1,0642	0,0431	-0,6016



### Burçlaryň ýakynlaşan bahasy

№	Ýakynlaşan direksion burç $\alpha^0$			Ölçenen ugur $r_i$			Ýakynlaş burç $z_i^0 = \alpha^0 - r$		
	°	'	"	°	'	"	°	'	"
1	46	40	04,	0	0	0	4	4	04,
2	12	1	41,	75	1	0	4	4	01,
3	18	7	26,	141	0	9	4	3	58,
4	26	6	01,	219	2	4	4	3	59,
5	33	2	45,	285	2	02	6	9	5
$z_{cp}^0$							4	4	0,8
=							6	0	3

№	Matrisa A			$a_{i0}$	$a_s$
1	-1	0,47	-0,45	3,69	2,71
2	-1	0,31	0,19	1,07	0,58
3	-1	-0,15	1,06	-2,16	-2,24
4	-1	-0,63	0,04	-1,35	-2,94
5	-1	-0,32	-0,60	-1,25	-3,17

Parametrik düzedişleriň deňlemeleriniň koeffisientleriniň we azat agzalarynyň hasaplanyşy  $v = A\tau + a_0$

№	Matrisa A			Azat agza $a_{i0}$	$a_s$
1	-1	0,47	-0,45	3,69	2,71
2	-1	0,31	0,19	1,07	0,58
3	-1	-0,15	1,06	-2,16	-2,24
4	-1	-0,63	0,04	-1,35	-2,94
5	-1	-0,32	-0,60	-1,25	-3,17

Normal deň lemelerin koeffisientlerini we azat agzalarynyň hasaplanyşy

$$N\tau + \lambda = 0.$$

Matrisa $N=A^T A$			$\lambda=A^T a_{i0}$	$S=Ne+\lambda$
5,0000	0,3068	-0,2509	0,0000	5,0559
0,3068	0,8391	-0,1433	3,6476	4,6501
-0,2509	-0,1433	1,7345	-3,0450	-1,7047

Normal deňlemelerin çözülişi.  $\tau = -N^{-1}\lambda$

Ters agr.matrisasy $Q_t=N^{-1}$		
0,2056	-0,0711	0,0239
-0,0711	1,2335	0,0916
0,0239	0,0916	0,5876

4. Ölçmeleriň netijelerine düzedişleriň hasaplanylyşy  $v_i$ , belentlikleriň deňleşdirilen bahalary  $v = A\tau + a_0$

### Deňleşdirilen bahalar boýunça direksion burçyň we taraplaryň hasaplanýşy

Ahyrky Başlangyç	i=1			i=2			i=3			i=4		i=5			
	P			P			P			P		P			
y <sub>i</sub>	9696,601			12183,781			7137,281			4125,674		5979,039			
y	7398,685														
Δy <sub>i</sub> =y <sub>i</sub> -y	2297,916			4785,096			-261,404			-3273,011		-1419,646			
x <sub>i</sub>	10687,221			5547,233			6617,089			8294,310		11194,446			
x	8519,288														
Δx <sub>i</sub> =x <sub>i</sub> -x	2167,933			-2972,055			-1902,199			-224,978		2675,158			
tgα=Δy <sub>i</sub> /Δx <sub>i</sub>	1,059957			-1,610030			0,137422			14,548149		-0,530677			
α <sub>табл.</sub>	46	40	01,8	58	09	19,1	7	49	28,8	86	04	4,2	27	57	13,9
α	46	40	01,8	121	50	40,9	187	49	28,8	266	04	4,2	332	02	46,1
cosα	0,686235			-0,527618			-0,990689			-0,068575		0,883325			
sinα	0,727380			0,849481			-0,136142			-0,997646		-0,468761			
(S <sub>i</sub> )=Δy <sub>i</sub> /sinα	3159,1699			5632,9617			1920,0761			3280,7336		3028,5087			
(S <sub>i</sub> )=Δx <sub>i</sub> /cosα	3159,1699			5632,9617			1920,0761			3280,7336		3028,5087			
(C)	0,4480			-0,1932			-1,0643			-0,0431		0,6016			
(S)	0,4749			0,3111			-0,1463			-0,6272		-0,3193			
a <sub>i2</sub>	0,4749			0,3111			-0,1463			-0,6272		-0,3193			
a <sub>i3</sub>	-0,4480			0,1932			1,0643			0,0431		-0,6016			

Ölçenen ululyklaryň deňleşdirilen bahalarynyň hasaplanyşy

№	Öçenen ugur $r_i$	Düzediş $V''_i$	Deňleşdirilen ugur $r_i=r_i+V''$	Контроль					
				Deňleşdirilen $\alpha_i$			Deňleş. $r_i=-z+\alpha$		
				°	'	''	°	'	''
1	0 0 0	0,7	0 0 0,7	46	40	01,8	0	0	0,7
2	75 10 40	-0,3	75 10 39,7	121	50	40,9	75	10	39,7
3	141 9 28	-0,3	141 09 27,7	187	49	28,8	141	09	27,7
4	219 24 2	1,0	219 24 3,0	266	04	04,2	219	24	03,0
5	285 22 46	-1,1	285 22 44,9	332	02	46,1	285	22	44,9

Meýdanda ölçenen maglumatlaryň bahalarynyň takyklygy

$$[v^2] = v^T v = 2,9505$$

$$[v^2] = \lambda^T \tau + a_0^T a_0 = 2,9505$$

$$[v^2] = S^T \tau + a_s^T a_0 = 2,9505$$

Ugur boýunça ölçenen ýalňyşlyklaryň orta kwadratik ýalňyşlygy

$$\mu = m_r = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-k}} = \sqrt{\frac{2,9505}{2}} = 1,21''$$

Deňleşdirilen koordinatalaryň ýalňyşlygynyň orta kwadratik ýalňyşlygy

$$m_x = m_r \sqrt{(Q_t)_{22}} = 1,21 \sqrt{1,2335} = 1,35 \text{ см}$$

$$m_y = m_r \sqrt{(Q_t)_{33}} = 1,21 \sqrt{0,5876} = 0,93 \text{ см}$$

6. Deňleşdirilen beýiklikleriň  $Q_r$  ters agram matrisasynyň hasaplanýşy. Вычисление обратной весовой матрицы уравненных превышений

Deňleşdirilen beýiklikleriň ugrunyň ters agram matrisasynyň hasaplaýarys

$$Q_r = A Q_t A^T \text{ we tablisa ýazýarys}$$

Deňleşdirilen  $Q$  uguryň ters agram matrisasy

0,6516	0,3945	-0,0993	-0,1468	0,2000
0,3945	0,3928	0,2797	-0,0682	0,0011
-0,0993	0,2797	0,7973	0,2025	-0,1802
-0,1468	-0,0682	0,2025	0,5957	0,4167
0,2000	0,0011	-0,1802	0,4167	0,5625

## Ýakynlaşan koordinatalary hasaplamak we deslapky ugurlary deňleşdirmek

Programmada ilki bilen (**PR**) ululygy kesgitlemeli.

**PR=0** -triangulýasiýa torlarynda deslapky deňleşdirilýän ugur, **PR=1**- trilaterasiýany we triangulýasiýany deňleşdirmek, **PR=2**-poligonometriýada tory deňleşdirmek, **PR=3**- poligonometriýa bilen bilelikde trilaterasiýany deňleşdirmek, **PR=4** -baglanyşyksyz burçlary deňleşdirmek.

**KZP** we **KZO** göni we ters punktlarda kesgitlenen kertikleriniň sany. **A(1)**- berkidilen kesgitleýji ugur. **LC**-ölçemeleri baglaşdyrýan san. **KATP**, **KAT** – poligonometriýada, triangulýasiýada ölçenen burçlaryň sany. **KAP**- poligonometriýa torunda berkidilen nokatda ölçenen burçlaryň sany.

**1-31**-programmanyň böleginde başlangyç maglumatlar girizilýär

**32-70**, **65-80** –ölçenen ululuklar boýunça massiwler kesgitlenýär.

**110-150** -gödek ýalňyşlyklary barlamak.

**900-1066**- düzedişler girizmek arkaly hasaplamalar geçirilýär.

**400-444**- ähli ýakynlaşan koordinatalaryň bahalaryny çapa çykarmak.

1 INPUT "PR = ";PR

2 PV=0 : PV2=0 : R1=0 : R2=0 : PVP1=0 : PVP2=0 :  
RP1=0 : RP2=0

4 IF PR <=1 THEN MP=0: KP=0: LP=0 : KATP=0 :  
KIP=0 : GOSUB 1010

5 IF PR=2 OR PR=4 THEN KT=0 : TT=0 : LT=0 :  
MT=0 : KA=0 :  
KIT=0 : KAT=0 : GOSUB 1020

6 LC = 0: IF PR = 3 THEN INPUT "LC =";LC : GOSUB  
1010: GOSUB 1020

```

7 IF KZ <> 0 THEN INPUT "Q0X =";Q0X;"Q0A
   =";Q0A
8 MK=MT+MP : T0=KT+TT : M1=T0+KA : MA=M1 +KP :
   M3=MA+
   +KAT+TP DIM A(M3) : GOSUB 1030
9 LX=LT+LP+LC : DIM N(LX) : DIM I(LX)
10 Z0=MK+2*(TP+TT) DIM K(Z0) : IF PR=4 THEN
Z0=Z0-2*TP
12 PRINT "Koordinatları girizmek":DIM K(Z0)
14 FOR I=1 TO Z0 Y=(I+ 1)/2
   INPUT "X"; (Y);"=";K(I) PRINT K(I)
   INPUT "Y";(Y);"=";K(I+1) PRINT K(I+1) I=I+1
NEXT I
15 IF KATP <> 0 THEN GOSUB 1040
16 PRINT "Tor barada maglumatlar " : FOR J=1 TO LX :
   INPUT "I=";(J);I(J) : PRINT I(J) PRINT
NEXT J
17 X=MA*(MA+1)/2 : DIM Q(X) :
M2=MK+MI
   Y=MK*(MK+1)/2 : DIM X(Y) DIM Y(MK,MA) :
DIM D(MA)
20 IF KIT<>0 THEN X=2*KIT : T=1 : GOSUB 1060
21 IF KIP< >0 THEN X=MT+2*KIT : T=MT+1 :
GOSUB 1060
22 IF KAP <> 0 THEN DIM V(MA) : GOSUB 1070
23 IF PR=2 OR PR=4 THEN TR=0 R=0 : GOTO 3000
24 INPUT "Trangulýasiýanyň ölçemeleri"
   FOR I=1 TO LT + LC : INPUT "I = ";(I);N (I)
PRINT(I) NEXT I
25 INPUT "Ugur =";A4
   INPUT "Azimut=";AS
   INPUT "Tarap = ";A6
   INPUT "Agram birligi=";A0
   A0=A0↑T2 : A4=A4↑T2 :
A5=A5↑2 : A6=A6 ↑T2:

```

```

INPUT "kertik =";A7 : A7=A7↑2
26 D=0:X=LT/2 : DIM D(X) : DIM W(X)
    DIM H(X) : X=2*(KA+KAT)+1 :
DIM E(X) :
    DIM F(X) : PVV1=0 : R1=0 :
M=MK+MA
    DIM C(M) : WC=0 : RC=0
28 IF PR= 3 THEN GOTO 3000
30 IF TR=1 THEN PVV2=0 : A4=A6 : GOSUB 1400 :
GOTO 204
31 D=0 D1=0 DIM B(LT/2) : Y1=1
    R=T0 : RR=R : PVV2=0 : DET=1 K1=1/M1 :
    PVVK=0 :
    X=2*(KA+KAT)+1 : DIM E(X) : DIM F(X) :
    TO=KT+TT : R=T0 :
    RR= R
32 FOR W=1 TO LT
34 GOSUB 2000 : WS=LT+1 : IF SGN=-1 THEN IF
A=NO AND
    A<=KT THEN WS=W : W=LT :
N1=0 : GOTO 70
40 IF E=0 THEN IF A<B THEN D=D+1
    W(D)=A+B/1000 : DEG=N(W) GOSUB 2030 B(D)=DEG
50 IF E=0 THEN IF A > B THEN
GOSUB 500
60 IF E=2 THEN GOSUB 600
62 IF KA = 0 THEN GOTO 68
65 IF E = 3 THEN R = R + 1 DEG = N (W) : GOSUB
2030 : A(R)=DEG
68 IF A < B AND A>KT THEN R=R+ 1 GOSUB 2050
: A(R)=Y
70 NEXT W
80 DIM V(TO) : S=D : Y1=Y1-1
81 IF TT=0 OR K1T=0 THEN Q
(1)=1 : V(1)=1

```



```

82 FOR I=1 TO Y 1
84 GOSUB 2025

90 V(A)=V(A)+1 : V(B)=V(B)+1
91 IF V(A) > 1 THEN S = S + 1 : W(S)= E(I) : B(S)= F(I)
: GOTO 100
92 K2=-180 : IF V(B)>1 THEN K2=0
93 A(A)=A(B)+K2-E(I) : Z=A(A) : GOSUB
1700: A(A)=Z
96 H=A*(A+1)/2 HI=B*(B+1)/2
    IF B>M1 THEN Q(H)=Q(H)+1 : H=HI-B+A :
Q(H)=Q(HI)
97 IF B > M1 THEN Q(H) =1
98 J = I -1 : IF J=0 THEN GOTO 100
99 IF B< = M1 THEN K=INT E(J) : IF K< >A THEN
H=K+A*(A- 1)/2 :
    Q(H)=Q(H1)
100 NEXT I
110 X=M1-KA : R1=0 FOR W=1 TO S :
A=INT W(W) B=W(W) :
    B(W(WA-A)*1000 : B=INT(B+0.5)
120 V(A)=V(A)+1 V(B)=V(B)+1
130 IF B>D1 THEN D1=B
140 IF V(A)=1 OR V(B)=1 THEN GOSUB 700 :
GOTO 155
150 IF V(B) > 1 THEN GOSUB 800
155 NEXT W
159 IF NO=1 THEN GOSUB 442 : GOTO
200
160 PRINT "PVV=";PVV1;"R1=";R1
162 IF R1>3 THEN MM=SQR(PVV1/R1) :
MM=INT(MM*100)/100 :
    PRINT "MM =" ;MM : PRINT
165 GOSUB 900 : IF PR < > 0 THEN GOSUB 400 : GOTO
200

```

170 GOSUB 400 : GOSUB 470 : GOSUB 480 : GOSUB 970 :  
STOP

400 DIM B (2) DIM V(2) : C 1= 0 IF KZ1 + KZ2 < > 0 THEN  
C1= NP  
402 FOR W =1 TO WS-1  
404 GOSUB 2000  
406 IF FR =1 THEN IF O< = 2 THEN GOTO 440  
408 IF O < = KIT THEN GOTO 440  
410 IF E> = 3 THEN GOTO 440  
411 IF SGN =1 AND O > KT THEN  
GOTO 440  
412 IF SGN = -1 THEN GOTO 416  
414 IF A1=0 THEN I=0 : GOTO  
420  
416 IF B=C1 THEN C1=C1+1 : I=0  
420 I=I+1 : IF I>2 THEN GOTO 440  
422 DEG=N(W) : GOSUB 2030 : Z=A(A)+DEG+90\*(SGN-  
1) : GOSUB 170  
424 V(I)=B : B(I)=Z : B0=A : IF SGN=-1 THEN V(I)=A :  
B0=B  
426 IF I=1 THEN GOTO 440  
428 A=V(1) : B=V(2) GOSUB 2050 S1 =S:  
L=PI/180  
430 Z=B(1)-Y : GOSUB 1700 G1=Z\*L  
432 Z=B(2)-B(1) : GOSUB 1700 : G2=Z\*L  
434 S = S1\*SIN G1/SIN G2 : Z= B (2)\*L  
436 A = B0 : B= V (2) : GOSUB 460  
440 NEXT W  
442 IF WS < LT THEN  
GOSUB 9000  
444 RETURN  
460 K(2\*A-1)=K(2\*B-1)+S\*COS Z  
462 K(2\*A)=K (2\*B)+S\*SIN Z : IF OO=1 THEN GOTO 466

```

464 PRINT : PRINT "X.";A;"=";K(2*A-
1);"Y.";A;"=";K(2*A)
466 RETURN
470 H = 0 : FOR J=1 TO M1 : FOR I=1 TO J :
    H = H + 1 : PRINT "Q(“;I”.”;J;”) =";Q(H) :
    NEXT I : PRINT : NEXT J : PRINT
472 PRINT "DETQ↑(1/M1)="; DET : RETURN
480 PRINT : FOR I=1 TO M1 : DEG= ABS A(I) : GOSUB
2040 :
    PRINT "A";I;"="; DMS*SGN A(I) : PRINT : NEXT I
    PRINT : RETURN
500 FOR I=1 TO D: X=INT W(I) : Y=(W(I)-X)*1000 :
Y=INT(Y+0,5)
502 IF O=Y AND B=X THEN DEG=N(W) : GOSUB 2030 :
C=I :
    B(C)= B(C) - DEG
504 H (I)= W : I=D : IF B(C) < 0 THEN B(C) =
B(C) + 360
506 NEXT I
508 RETURN

600 IF A<B THEN T0=T0+1 : IF T0< =M1 THEN
H=T0*(T0+1)/2 :
    Q(H)=A5/A4 : DET=DET*Q(H) ↑K1
602 E(Y1)=O+T0/1000 : DEG=N (W) GOSUB 2030 :
F(Y1)=DEG :
    Y1=Y1 + 1
604 RETURN

700 H=A*(A+1)/2 : H1=B*(B+1)/2 : H2=H
702 IF V(A)>1 THEN GO TO 710
704 A(A)= A(B) - B(W)-180 : Z = A(A) GOSUB
1700 : A(A) = Z
706 Q(H)=Q(H1)+2 : H=H1-B+A : Q(H)=Q(H1)
708 GOTO 730

```

```

710 A(B)= A(A) + B(W) + 180 : Z = A(B) ::
GOSUB 1700 A(B)=Z
712 C=A*(A-1)/2 : C1=B*(B-1)/2
714 FOR I=1 TO D1
716 IF I<=A THEN H=1+C : H1=I+C1 : GOTO 724
720 H=A+I*(I-1)/2 : IF I<=B THEN H1=C1 +I :
GOTO 724
722 HI=B+I*(I-1)/2
724 Q(H1)=Q(H) : IF I=B THEN
Q(H1)=Q(H2)+2
726 NEXT I : DET=DET*2↑K1
730 RETURN
800 Q=2 : P=0,5 IF B>RR AND B<=M1 THEN Q=1
: P=1
802 L=A(A)+B(W)+180 : Z=L : GOSUB 1700 L=Z
806 L=(A(B)-L)*3600 : R1=R1+1
810 DIM Z(M1) J=A : Y=-1 : H=J*(J-1)/2
812 FOR I=1 TO M1
814 IF I<=J THEN H=H+1 :
GOTO 818
816 H=H+I-1
817 IF I>D1 AND I<=X THEN GOTO 820
818 Z(I)=Z(I)+Y*Q(H)
820 NEXT I : IF Y=1 THEN GOTO 824
822 IF B<=M1 THEN J=B : Y=1 : H=J*(J-1)/2 :
GOTO 812
824 Q=Q-Z(A) IF B<=M1 THEN Q=Q+Z(B)
826
LD=3*SQR(A
4*Q)
828 GOSUB
870
829 PVVI=PVVI+ABS L↑2/Q
830 N=0 : FOR J=1 TO MI :
C=Z(J) / Q

```

```

831   IF   J=X+1   THEN
H=X*(X+1)/2
832 IF J > D1 AND J <=X THEN GOTO 846
835 FOR I=1 TO J : H=H+1 : Q(H)=Q(H)-
C*Z(I)
840 NEXT I
846 NEXT J : DET=DET*(1/P/Q) ↑KI
850 FOR I=1 TO M1 : IF I > D1 AND I <= X THEN
GOTO 854
852 Z(I)=-Z(I)*L/Q : A(I)=A(I)+Z(I)/3600
854 NEXT I : RETURN
870 IF ABS L>=LD THEN PRINT "L(";A;"-";B;");
=";L,"L(Gos)=";LD :
      STOP
872 RETURN

```

```

900 D=0 : I=0 : F5=0 : FOR W=1 TO LT
902 GOSUB 2000
903 IF E=1 THEN GOTO 910
904 IF E=0 THEN IF O<B THEN D=D+1 :
GOSUB 930
906 IF E=2 THEN I=I+1 : GOSUB 950
907 IF KA = 0 THEN GOTO 910
908 IF E=3 THEN GOSUB 2025 : DEG=N (W) : GOSUB
2030 : V=A(B)-DEG :
      DEG =A(B) : GOSUB 2040 : N(W)= DMS : F5 = F5 +
V*V*A4/A5
910 NEXT W : RETURN

```

```

930 C=A(A)+B(D)+180 : Z=C : GOSUB 1700 : C=Z :
V=(A(B)-C)/2
931 IF V>10 THEN V=V-180
932 IF V<-10 THEN V=V+180
933 DEG= N(W) : GOSUB 2030 : DEG = DEG+ V : IF
DEG < 0 THEN

```

```

      DEG = DEG+ 360
934 GOSUB 2040 : N(W)=DMS F5=F5+2*V*V
936 T=H(D) : DEG=N(T) : GOSUB 2030 :
DEG=DEG-V
      IF DEG<=0 THEN DEG=DEG+360
938 GOSUB 2040 : N(T)= DMS
940 RETURN

950 K=180 Y=1 : IF O>B THEN K=0
951 GOSUB 2025 : C=A(A)+F(I)*Y*K : Z=C :
GOSUB 1700 : C=Z
952 V=(A(B)-C)*Y : DEG=N (W) : GOSUB 2030
      DEG=DEG+V : IF DEG<0 THEN
DEG=DEG+360
954 GOSUB 2040 : N(W)= DMS : F5 = F5 +
V*V
960 RETURN

970 FOR W =1 TO LT :
GOSUB 2000
972 IF E< =2 THEN
A⊗="N"
974 IF E=3 THEN A⊗="A"
976 IF E > 3 THEN A⊗ _
"S"
978 PRINT W;"",
";A⊗;"(";A;"-";B;")=";N(W)
:
PRINT : NEXT W :
PRINT
"PVV1
BARLAG=";FS*3600T2
980 RETURN
1010 INPUT "KT = ";KT,"TT = ";TT,"KIT = ";

```

```

KIT,"LT = ";LT;"KAT = ";KAT,"KA =";KA;
"TRL=";TR : MT=2*KT : X3=KA+KAT : INPUT
"KZP=";KZ1;"KZO=
";KZ2 : KZ=KZ1+KZ2 : NP=KT-KZ+1 :
NO=NP+KZ1 Q4=0
1012 RETURN

```

```

1020 INPUT "KP=";KP,"TR = ";TR,"KIP =
";KIP,"KA = ",KA,
"LP=";LP : MP=2*KP
1022 RETURN

```

```

1030 FR=0 : DF=0 : F3=0: IF(TT+TP)=0 THEN IF
KIT=0 AND KIP=0
THEN FR=1 : INPUT "F1=";F1,"F2=";
F2,"DF=";DF : F3=F1+F2 :
IF TR=0 THEN INPUT "A(1)=";DEG :
GOSUB 2030 : A(1)=DEG
1032 RETURN

```

```

1040 PRINT "A we. B Meýdan." : FOR I=1 TO TP : X =
MA + KAT + I: INPUT
"A";(MA + I);"=";A
1042 DEG=A : GOSUB 2030 :
A(X)=DEG : NEXT I
1044 RETURN

```

```

1060 FOR I=T TO X: FOR J = I TO X :
GOSUB 1210
1062 INPUT "Q(";I);"(";J);"=";X(H) :
PRINT X(H)
1064 NEXT J : NEXT I : INPUT "A(I)=";AI
1066 RETURN

```

```

1070 FOR I=1 TO KAP : INPUT "N=";N;"A=";DEG :

```

```

GOSUB 2030 :
  A(KAT+N)=DEG : H=N*(N+1)/2 : INPUT "Net=";
SKOA :
  Q(H)=SKOA↑2/SKOS↑2 :
V(N)=1 : NEXT I
1072 RETURN
1080 WW=O : IF PR=4 THEN WW=1
Q(1)= E4 INPUT "A1 =" ; DEG : GOSUB 2030 A(1)=DEG :
DIM T(MA)
1082 RETURN

1210 IF I<=J THEN H=I+J*(J-1)/2 :
GOTO 1214
1212 H=J+I*(I-1)/2
1214 RETURN

1400 F=0 : DIM T(2) : N1=KIT+ 1
1402 IF FR=1
THEN N1=3
1404 FOR W=1
TO LT
1406 GOSUB 2000 : IF A < > N1 THEN
GOTO 1412
1408 F=F+1 T(F)=N(W) IF F=1
THEN B1=B
1410 IF F=2 THEN F=0 N1=N1 + 1
: GOSUB 1420
1412 NEXT W
1414 RETURN
1420 A= B1 : GOSUB 2050 : A=0
1422 P = S +T(1)+ T(2))P = P/2
1424 AA = P*(P - T(2)) /S T(1 ) :
AA=sQR AA
1426 AA=ACS AA*2 : Z=C*AA :
S=T(1) : B=B1

```



1430 GOSUB 460

1432 RETURN

1700 IF Z > 360 THEN Z = Z -360 :

GOTO 1700

1704 IF Z<0 THEN Z=Z+360 :

GOTQ 1704

1708 RETURN

2000 X=ABS I(W) : S=(INT X)\*1E-3 : SGN=SGN I(W)

2010 B=(S-INTS)\*1E3 : B=INT(B+0.5)

2015 S=S/1E3-B/1E6 : A=(S-INT(S+0.5)\*1E3 :

A=INT(A+0.5) A1=AI : IF

A=0 THEN A=O GOTO 2020

2018 N=S-A/1E3 : N=INT(N+0.5)

2020 E=(X-INT X)\*10 :

E=INT(E+0.5)

2022 O=A : RETURN

2025 A=INT E(I) : B=(E(I)-A)\*1000 : B=INT(B+0.5) : RETURN

2030 XC=DEG/1000 : DEG=(XC-INT XC)/36 :

XE=INT XC/100:

DEG=DEG+INT XE+(XE-INT XE)/0.6

2032 RETURN

2040 DMS=INT DEG : XC=(DEG-DMS)\*60 :

DNIS=DMS\*100+INT XC :

XC=(XC-INT XC)\*60 : DMS=DMS\*100+XC

2045 RETURN

2050 X=K(2\*B-1)-K(2\*A-1) : Y=K(2\*B)-K(2\*A)

S=SQR(ABSX↑2+ABSY↑2)

2051 IF X < > 0 THEN C = ATN (Y/X)

: GOTO 2054

2052 IF Y>0 THEN C=P1/2

2053 IF Y<0 THEN C=1,5\*PI

```

2054 IF C>=0 THEN IF X<0
THEN C=C+PI
2055 IF C<=0 THEN IF X>0 THEN C=C+2*PI : IF Y=0
THEN C=0
2056 IF C<0 THEN IF X<0 THEN C=C+PI
2057 Y=C*180/PI
2060 RETURN

```

### **Geodeziya ölçmeleri gaýtadan işlemegiň programmalary**

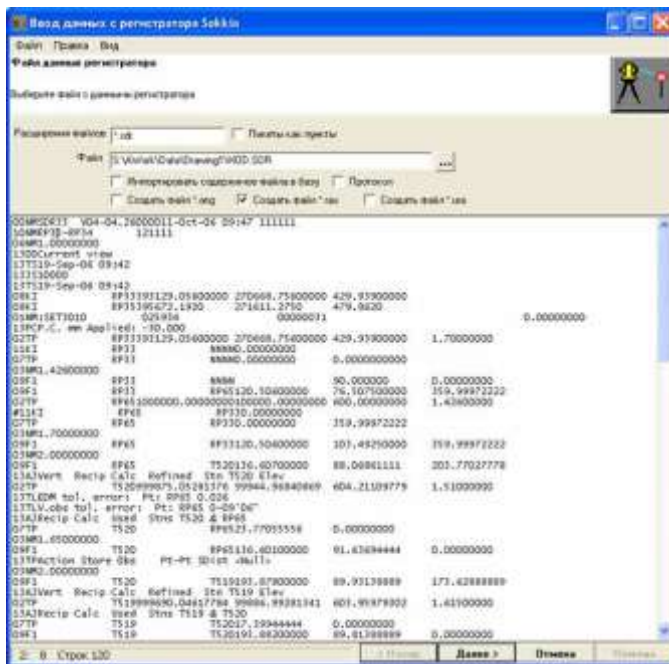
Ýöriteleşdirilen GiS programmalary Windows-98, Windows-XP, Windows-Vista operasion ulgamlarda işleýär we goşmaça sistemanyň elementlerini talap edmeýär. Geodezik punktlardaky, stansiýalardaky maglumatlar bazasy bilen hem işlemek bolýar. Ilkinji maglumatlar bolup elektron tahometriň meýdan žurnallary hyzmat edýärler ol tahometrlere Sokkia , Trimble, Leica , Topcon, Foif, Elta firmalaryň abzallary girýärler.

Eger-de tahometrlerden göni kompýutere geçirip bolmaýan ýagdaýlarynda maglumatlary el bilen kompýutere geçirmek hem göz önüne tutulypdyr. AutoCAD sistemasynda maglumatlary çyzgy görnüşinde hem jogabyny almak bolýar. Punktlar we piketlerdäki maglumatlar Plan, Parcel, Topomap programmalar toplumy bilen hem gaýtadan işlemek göz önünde tutulypdyr.

Bu programmada ýazylary göçürmek ýada ýazmak mümkinçiliklerine hem seredilipdir.

Menýudaky *Buð* komandasy gözegçilik punktlaryndaky we stansiýalardaky maglumatlara seretmäge mümkinçilik döredýär.

Bellige alyja baglylykda faýlyň giňeltmesini registriň görnüşine bagly bolýar. Punktлары piket diýsek onda gözegçilik punktynda piketleri gaýtadan işleýär.

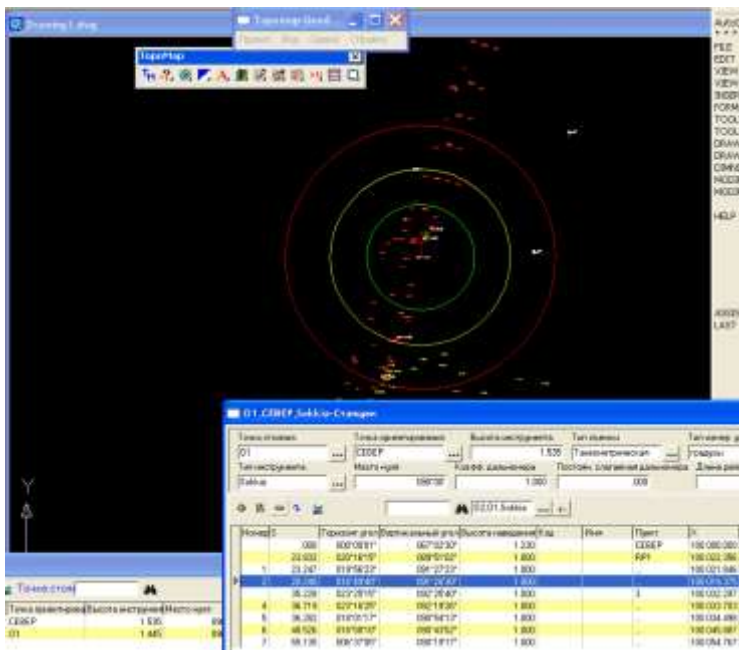


14-nji surat

Haçan-da komanda *Далее>* berilse onda mazmuny Memo meýdanda alýan giňişligiňe baglylykda gaýtadan işlenip başlanýar.

- Faýlary baza geçirmek
- Faýl döretmek \*.ang
- Faýl döretmek \*.rau
- Faýl döretmek \*.ura

Faýllar \*.ang, \*.rau, \*.ura geljekde deňeşdirme ýörelgelerini gaýtadan işlemäge mümkinçilik dördedýär. Netijede toplan dwg faýly döretmäge taýýar maglumat bolýar.



15-nji surat

Bu programma toplumy bilen işlemek üçün kompýuterhökmany aşakdaky serişdeleri kanagatlandyrmalydyr. processor - PENTIUM;

- ýat - 128 Mб;
- wideoadapter - SVGA.
- Operasion sistema - Windows 98 we ondan ýokary bolmalydyr hem-de bu kompýuterde MDAC gurulmalydyr.

## Beýikligi ölçýjiler-awtomatlar

### Geodeziki gural FG-L 100



16-njy surat

FG-L 100 (Zeiss) guralyň daşky görnüşi

#### FG-L 100 tehniki häsiýetleri

Takyklygy	$\pm 1 \text{ mm} / 100 \text{ m}$
Kompensatoryň iş diapozony	$\pm 10'$
Kompensatoryň takyklygy	$\pm 0,15^\circ$
Götüş trubasynyň ulaldyjylygy	31,5
Burç görüşi, °	1,3
Ölçemäniň iň az aralygy, m	2,2
Beýikligi ortalamanyň takyklygy 1,5 m, mm	0,5
Abzalyň belentligi, mm	295
Ölçegi mm	385×225×170
Gaby bilen abzalyň agramy kg	3,7

Abzal gowy iş ýagdaýynda bolanda 100 metr aralykda ýalňyşlyk 1mm deň bolýar. FG-L 100 abzal ölçegler geçirilenden soň alynan maglumatlary göni kompýutere geçirmek mümkinçiligi bardyr.

Gurluşyk işleri üçin ulanylýan lazer abzallarynyň tehniki häsiýetleri

9-njy tablisa

Abzalyň belgisi	Trimble-SP 1422	Trimble-SP 1452	Trimble-SP 1452 XL	Nedo Benjamin
Tolkun uzynlygy goýberilişi, nm	635 (gyzyl)			
Takyklyk kese/dik	±8 mm 30 m	±6,4 mm 30 m	±6,4 mm 30 m	±0,3 mm/m
Kompensatoryň iş diapazony	-	±5°	±5°	-
Uzaklyga täsiri, m	100	100	150	100
Işçi temperatura	-5 °C - den +50 °C çenli	-5 °C –den +50 °C-çenli	-20 °C-den +50 °C-çenli	-
Batereýler	2 batareý 1,5 B	NiCd akumulýator	NiCd akumulýator	NiCd akumulýator
Batereýany çalyşmazdan iş wagty, sag.	40	10	10	15
Agram, kg	1,2	6,3	2,5	

Edil şular ýaly abzallar Rosiýada hem göýberilýär  
 Rosiýanyň gurluşyk işleri üçin ulanylýan lazer abzallarynyň  
 tehniki häsiýetleri

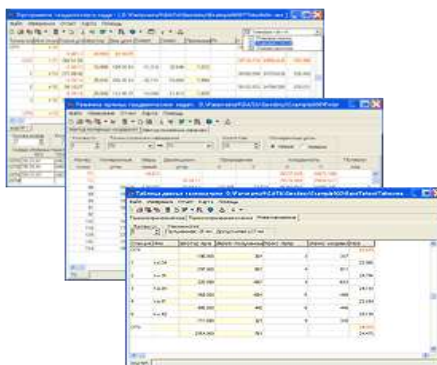
10-njy tablisa

Guralyň ady	Gözüyetim	Gözüyetim	Dik ýokary	In az
Tolkunyň ýaýraýyş uzynlygy	Görünýänň, 635 nm	Görünýän, 635 nm	Görünýän, 650 nm	Görünýän, 650 nm
Kese çyzyga getirilişi	Silindrik dereje	Maýatnikli dereje	Silindrik dereje	Silindrik dereje
Kompensatoryň iş diapozony	-	+/-30'	-	-
Gurmanyň takyklygy	+/-60" ýa-da 3 mm 10 m-e	+/-60" ýa-da 3 mm 10 m-e	+/-60" ýa-da 3 mm 10 m-e	+/-60" ýa-da 3 mm 10 m-e
Abzalyň tasir edýan radiusy				
Kese meýdanda	50 m	50 m	50 m	50 m
Dik meýdanda	10 m	10 m	10 m	10 m
Is tempraturasy	-10 °C — +45 °C	-10 °C — +45 °C	-10 °C — +45 °C	-10 °C — +45 °C
Iými				
- Batereýalar	2x görn. AA 10 s.	2x görn. AA 10 s.	2x görn. AA 10 s.	2x görn. AA 10 s.
- Akumulýatorlar	2x görn. AA 8 s.	2x görn. AA 8 s.	2x görn. AA 8 s.	2x görn. AA 8 s.
Agramy	1,0 kg	1,2 kg	1,0 kg	1,4 kg
Garantiýa	1 ýyl	1 ýyl	1 ýyl	1 ýyl

Jaýyn içinde ölçemeler geçirilende abzal kese meýdan boýunça ölçeyjiligi 20 m, Dik uzaklyk boýunça ölçeyjiligi 10 metre deňdir bu bolsa köp halatlarda ýeterliliklidir. Häzirki wegtda goýberilýän abzallar ölçegler geçirilýän wagtda abzalyň ýadynda saklamak mümkiçiligi bardur, ölçeglerden soň alynan maglumatlary göni kompýutere geçirmek bolýar.

## Amplituda burç ölççlerini yzarlaýan ulgamyň funksional shemasy

Burç towlanmasyndaky ölçegler üçin datçikler. Daçiklerden alynan maglumatlaryň üstünde işlemek. Inžener –geodezik özleglerini netijelerini awtomatlaşdyrmak bu meýdan işlerinden soň geodezik abzallardan alynan maglumatlary kompýutere geçirmek we olary gaýtadan işlemekdir



17-nji surat

### Programma üpjünçiligi:






- Dürli görnüşdäki teodolit ýörelgeleri deňleşdirmek we hasaplamak. рации;
- обработка результатов тахеометрической съёмки местности;
- Niwelirlemegiň netijelerini gaýtadan işlemek.
- Geodeziki baglanyşykly meseleleri çözmek.
- Berilen koordinatalar boýunça ýapyk poligonyň meýdanyny hasaplamak.
- Hasaplamaalaryň netijesinde alynan maglumatlary karta geçirmek.



- Çözülen geodezik meselelerin netijelerini çapa taýýarlamak.

### **Ulanylyşy:**

Geodeziýa ölçmeleri gaýtadan işlemek üçin Posiýada GIS “Karta 2008” programma toplumy döredilen. Bul programmalar toplumynda meýdan žurnalyndaky maglumatlary gaýtadan işlemek, hasaplamalaryň netijelerini karta geçirmek hasaplaýyş dokumentlerini wedomostlar görnüşinde taýýarlamak göz önünde tutulypdyr. Hemme edilýän işler programma toplumyň içinde ýerleşip programmalaryň arasynda maglumatlar toplumyny awtomatik çalyşma mümkinçiligi döreýär. Bir programmadan beýleki programma geçilende soroga jogap görnüşinde ekranýň ýüzüne maglumat çykýar.

Bu programma topluma girýän programmalar geodeziýa ölçmeleri deňleşdirmek, alynan maglumatlary topograf planlar üçin ulanmak, ýergurluşyk dokumentlerini taýýarlamak, ýeriň üstüni modelirmek we ş.m ulanylýar. Maglumatlary kompýutere el bilen ýa-da geodeziki abzallardan awtomatik usul bilen geçirmek bolýar. Awtomatik usulda kompýutere geçirilende tablisa görnüşde ýerleşýär. Bu maksatlar üçin programmada ýörite düwmejik ýerleşdirilen  «Импорт». Kompýutere geçirilen maglumatlary ikinji gezek ulanmak üçin  «Сохранить» we  «Чтение » düwmejik ulanylýar. Hasaplamalaryň netijelerini we deňleşdirmeleri karta geçirmek üçin (düwme ) ýa-da taýýar döküment görnüşinde gerek bolsa (düwme ) ulanylýar. Alynan koordinatalaryň bahalaryny ýatda saklamak üçin hem mümkinçilik döredilipdir. Tablisadaky nokatlary deňleşdirmek üçin olar aşakdaky bölekler bölünýär:

- 1-4 klasly beýiklikleri esalandyrmak
- 1-4 klasly tehniki niwelirleme
- Teodolit ýörelgesiniň nokatlary

- Piket nokatlary (ýatda saklamak we başga sistemalar bilen ulanmaga mümkinçilik)

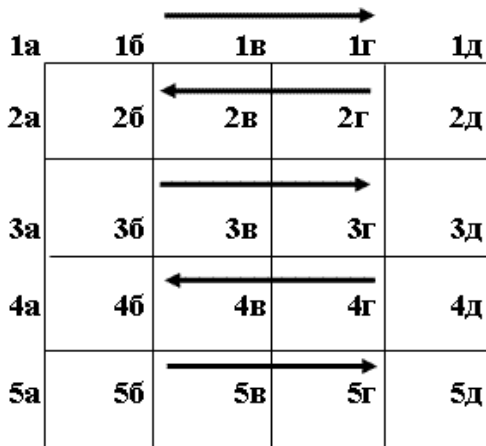
### Kese çyzyklary interpolirmek

Alynan maglumatlar boýunça karta düzmek we ölçenmedik nokatlaryň koordinatalaryny kesgitlemek,

1. Nokotlaryň bellenişi boýunça kese çyzyklary 0,5 metr keseler boýunça interpolirmek.
2. Şertli bellikler boýunça plany düzmeliü
- 3.

### Işin ýerine ýetirilişi

1. Niwelirleme çepden-saga, ýokordan-şak geçirilen.



18-nji surat

### Ýerdäki torlaryň berkidilişi

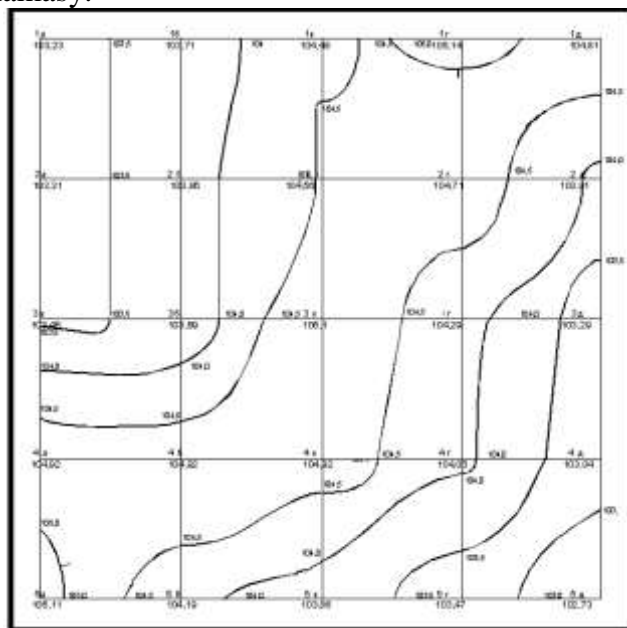
2. Abzalyň gözyetimini hasaplalyň, Belli nokadyň üstüne abzalyň beýikligini goşalyň.

$$H_{\Gamma И} = H_I^a + I.$$

3. Kwadratnyň beýikliginiň absolýut beýikligini kesgitläň  
 $H_i^{abc} = H_{Г.И.} - B_i$

4. Yly kagyza kwadrat meýdanyň beýikliklerini belleýäris ( tegekleme sm çenli getirmelidir, çyzgynyň masşaby 1:500 bolmaly).
5. Interpolirowa galam uşti bilen ýa-da san üsti bilen kagyza geçirilýär
6. Gorizont boýunça ýerleşdirme ýerine ýetirilýär.

Niwelirlemegiň netijesinde ölçenen kwadratnyň meýilnamasy.



19-nji surat

Kwadrat boýunça niwelirleme 2000 ý.

Masşaby 1: 500

1 Santimetrde - 5 metr

Kese çyzyk boýunça 0,5 m geçirilen (Baltikanyň beýikligi boýunça)

## Teodolit ýörelýörelň koordinatalaryny kesgitlemek

### Mesele

Alty beýiklikden ybarat bolan poligonyň koordinatalaryny kesgitlemeli. Otnositel ýalňşlyk  $\frac{1}{3000}$ -den

uly bolmaly däl. Warneriň takyklygy  $t = 1'$ .

Çözülişi. Ahli hasaplamalary Excel programmada ýerine ýetirmeli. Hasaplamalary aşadaky tertipde ýerine ýetirýäris:

1. Ölçenen burçlaryň jemini hasaplaýarys (tablisanyň 2-nji sütüni)  $\sum \beta_{olc} = 719^{\circ}58'$  ;

2. Nazary jemi kesgittläliň, ol bolsa  $\sum \beta_N = 180^{\circ}(n - 2)$  formula boýunça kesgittlenýär, onda  $\sum \beta_N = 180^{\circ}(6 - 2) = 720^{\circ}00'$  deň bolýar;

3. Burç näsazlygyny kesgittläliň  $f_{\beta} = \sum \beta_{olc} - \sum \beta_N = 719^{\circ}58' - 720^{\circ}00' = -2'$  ;

4. Burç näsazlygynyň ýolbereligini  $f_{\beta_{yolb}} = \pm 1,5t\sqrt{n}$  formula boýunça kesgittläliň, bu ýerde  $t$ -warneriň takyklygy,  $n$ -poligonyň burçlarynyň sany. Biziň garaýan mysalymyзда

$$f_{\beta_{yolb}} = \pm 1,5\sqrt{6} = \pm 3',7. \quad f_{\beta_{yolb}} = -2' \quad \text{kiçi}$$

$$f_{\beta_{yolb}} = \pm 3',7 \text{ bolany üçin, ýolbererli hasap edýäris.}$$

5. Burç näsazlyklary paýlalyň. Bu näsazlygy ters alamaty bilen burçlara deň paýlanýar, ýa-da poligonyň uzynlygyna baglylykda, ýerde burç ölçenende gysga taraplarda köp ýalňşlyk goýberilýär, şonuň üçin gysga taraplara köp

näsazlyklary paýlamak bolar. Biziň mysalymyzda + 1' düzeldişden 3 we 6 beýikliklere paýlalyň.

6. Tablisanyň üçünji sütünine düzedilen burçlary ýazalyň we olaryň jemini hasaplalyň. Jem 720°00' deň bolmaly.

7. Poligonyň taraplarynyň direksion burçlaryny  $\alpha_1 = \alpha + 180^\circ - \beta$  formula boýunça hasaplalyň.

(4-nji sütün)

$$(1-2) \alpha_1 = 87^\circ 52' + 180^\circ - 89^\circ 10' = 178^\circ 42' ;$$

$$(2-3) \alpha_2 = 178^\circ 42' + 180^\circ - 180^\circ = 178^\circ 42' ;$$

$$(3-4) \alpha_3 = 178^\circ 42' + 180^\circ - 90^\circ 33' = 268^\circ 09' ;$$

$$(4-5) \alpha_4 = 268^\circ 09' + 180^\circ - 88^\circ 58' = 359^\circ 11' ;$$

$$(5-6) \alpha_5 = 359^\circ 11' + 180^\circ - 179^\circ 25' = 359^\circ 46'$$

**Barlag.** 1-2 çyzygyň direksion burçy (6-1) + 180° – №1 burdeň bolmaly, 359°46' + 180° – 91°54'

8. Direksion burçlary rumba geçirip 5-nji sütüne ýazalyň

$$\alpha_0 = 87^\circ 52' \quad r_0 = \alpha_0 = 87^\circ 52' \quad DG_{gund} : 87^\circ 52'$$

$$\alpha_1 = 178^\circ 42' \quad r_1 = 180^\circ - \alpha_1 = 1^\circ 18'$$

$$G_{guno} G_{gund} : 1^\circ 18'$$

$$\alpha_2 = 178^\circ 42' \quad r_2 = 180^\circ - \alpha_1 = 1^\circ 18'$$

$$G_{guno} G_{gund} : 1^\circ 18'$$

$$\alpha_3 = 268^\circ 09' \quad r_3 = \alpha_3 - 180^\circ = 88^\circ 09'$$

$$G_{guno} G_{gunb} : 88^\circ 09'$$

$$\alpha_4 = 359^0 11' \quad r_4 = 360^0 - \alpha_4 = 0^0 49'$$

$$DG_{gunb} : 0^0 49'$$

$$\alpha_5 = 359^0 46' \quad r_5 = 360^0 - \alpha_5 = 0^0 14'$$

$$DG_{gunb} : 0^0 14'$$

9.  $\Delta x$  we  $\Delta y$  artdyrmalary aşakdaky formula boýunça hasaplalyň

$$\Delta x = L \cos r, \quad \Delta y = L \sin r$$

Onda

$$\Delta x_1 = 198,44 \cos 87^0 52' = +7,39.$$

$$\Delta y_1 = 198,44 \sin 87^0 52' = +198,30;$$

$$\Delta x_2 = 100,0 \cos 178^0 42' = -99,97.$$

$$\Delta y_2 = 100,0 \sin 178^0 42' = +2,27;$$

$$\Delta x_3 = 118,28 \cos 178^0 42' = -118,23.$$

$$\Delta y_3 = 118,28 \sin 178^0 42' = +2,69;$$

$$\Delta x_4 = 201,63 \cos 268^0 09' = -6,51,$$

$$\Delta y_4 = 201,63 \sin 268^0 09' = -201,52;$$

$$\Delta x_5 = 86,07 \cos 359^0 11' = +86,05.$$

$$\Delta y_5 = 86,07 \sin 359^0 11' = -1,22;$$

$$\Delta x_6 = 131,20 \cos 359^0 46' = +131,20.$$

$$\Delta y_6 = 131,20 \sin 359^0 46' = -0,53;$$

$\Delta x$  we  $\Delta y$  artdyrmalaryň bahalaryny tablisanyň 7-nji we 8-nji sütünlerine ýazýarys.

10. 7-nji we 8-nji sütünlerdäki bahalary, goşmak almatlysyny aýry, aýyrmak almatlysyny aýrylykda jeleýaris. Onda

Hasaplalyň

[illegible]

$$\begin{aligned} \sum \beta_{olc} &= 719^{\circ}58' \\ \sum \beta_N &= 720^{\circ}00' \\ \frac{f_s}{P} &= \frac{0,07}{835,62} \approx \frac{1}{12500} < \frac{1}{2000} \end{aligned}$$

$$f_{\beta_{nas}} = -2'; \quad f_{\beta_{gos}} = \pm 1,5\sqrt{6} = \pm 3',7;$$

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(0,07)^2 + (0,01)^2} = \pm 0,07 \text{ m}$$

$$f_y = \sum + \Delta y + \sum - \Delta y = 203,26 - 203,27 = -0,01,$$

11. Otnositel näsazlygyň ýolbererligini kesgitlemeli

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \text{ we } \frac{f_s}{p}$$

$$f_s = \sqrt{(0,07)^2 + (0,01)^2} = \sqrt{0,005} = \pm 0,07 \text{ m},$$

Bu ýerden otnositel näsazlyk

$$f_{om} = \frac{f_s}{p} = \frac{0,07}{835,62} = 0,00008 \approx \frac{1}{12500}$$

Onda

$$\frac{1}{12500} < \frac{1}{3000} \text{ ýolbererli.}$$

12. Näsazlyklary paýlalyň,  $f_x = -0,07 \text{ m}$  we

$f_y = -0,01 \text{ m}$  ters alamaty bilen uzak uzynlyklara

paýlap, alynan  $\Delta x$  we  $\Delta y$ -leri tablisanyň 9-njy we

10-njy sütünlerine ýazalyň.

13.  $\Delta x$  we  $\Delta y$  düzeldilen artdyrmalary täzedən

jemläliň, Olaryň jemi nula deň bolmaly

$$\sum + \Delta x = 7,41 + 86,05 + 131,21 = +224,67,$$

$$\sum - \Delta x = -99,96 - 118,22 - 6,49 = -224,67,$$

$$\sum + \Delta y = 198,30 + 2,27 + 2,69 = +203,26,$$

$$\sum - \Delta y = -201,51 - 1,22 - 0,53 = -203,26,$$



Hasaplalyň

$$f_x = \sum + \Delta x + \sum - \Delta x = 224,67 - 224,67 = 0,$$

$$f_y = \sum + \Delta y + \sum - \Delta y = 203,26 - 203,26 = 0,$$

14. Poligonyň koordinatalaryny

$$x_2 = x_1 + \Delta x,$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y$$

formular boýunça kesgitläliň

**Geljekki nokadyň koordinatalary önki nokadyň koordinatasynyň üstüne koordinatalaryň artdyrmasyň goşulmagyna deňdir**

$$x_2 = x_1 + \Delta x = 0 + 7,41 = +7,41;$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y = 0 + 198,30 = +198,30;$$

$$x_3 = x_2 + \Delta x = 7,41 - 99,96 = -92,55;$$

$$y_3 = y_2 + \Delta y = +198,30 + 2,27 = 200,57;$$

$$x_4 = x_3 + \Delta x = -92,55 - 118,23 = -210,77;$$

$$y_4 = y_3 + \Delta y = 200,57 - 2,69 = +203,26;$$

$$x_5 = x_4 + \Delta x = -210,77 - 6,49 = -217,26;$$

$$y_5 = y_4 + \Delta y = +203,26 - 201,51 = 1,75;$$

$$x_6 = x_5 + \Delta x = -217,26 + 86,05 = -131,21;$$

$$y_6 = y_5 + \Delta y = +1,75 - 1,22 = +0,53;$$

alynan maglumatlary tablisanyň 11-nji we 12-nji sütünlerine ýazalyň.

## Geodeziýanyň göni we ter meselelerini çözmek

### Geodeziýanyň göni meselesi

Göni we ters meseleleri kompýuterde MS Excel programmasynyň kömegi boýunça çözmek.

#### Mesele

2-nji nokadyň koordinatalaryny kesgitlemeli, eger-de 1-nji nokadyň koordinatalary

$x_1 = +80,00 \text{ m}$ ,  $y_1 = +150,00 \text{ m}$ , 12 aralyk bolsa 100,50 m we 1-2 çyzygyň rumby  $DG_{gund} : 50^0 06'$

**Çözülişi.** Koordinatalaryň ardyrmasyyny aşakdaky formullalar boýunça kesgitlemek bolar

$$\Delta x = L \cos r,$$

$$\Delta y = L \sin r,$$

Biziň garaýan mysalymyzda

$$\Delta x_{(1-2)} = 100,50 \cdot 0,64145 = +64,46 \text{ m},$$

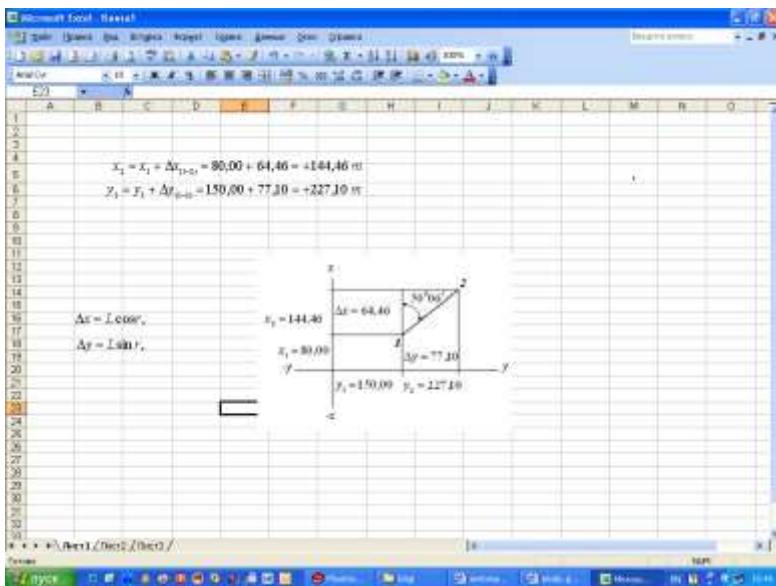
$$\Delta y_{(1-2)} = 100,50 \cdot 0,76716 = +77,10 \text{ m}$$

2-nji nokadyň koordinatalaryny kesgitleliň

$$x_2 = x_1 + \Delta x_{(1-2)} = 80,00 + 64,46 = +144,46 \text{ m},$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y_{(1-2)} = 150,00 + 77,10 = +227,10 \text{ m}$$

## Geljekki nokadyň koordinatalary önki nokadyň koordinatasynyň üstüne koordinatalaryň artdyrmasynyň goşulmagyna deňdir



21-nji surat

## Geodeziýanyň ters meselesi

### Mesele

1-2 nokatlaryň koordinatalary berilen,  
 $x_1 = +250,60$ ,  $y_1 = +123,48$ ,  $x_2 = +260,86$ ,  
 $y_2 = -119,45$  rumby we çyzygyň uzynlygyny kesgitlemeli.

Çözülişi. Aşakdaky formullalar boýunça

$$\Delta y = y_2 - y_1,$$

$$\Delta x = x_2 - x_1,$$

$$\operatorname{tgr} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x},$$

barlag üçin bolsa

$$\operatorname{ctgr} = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} = \frac{\Delta x}{\Delta y}$$

peýdalanyp bileris

Formulada bahalary ýerine goýup

$$\Delta y = -119,45 - (+123,48) = -242,93,$$

$$\Delta x = +260,86 - (+250,60) = +10,26,$$

$$\operatorname{tgr} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-242,93}{+10,26} = -23,6773,$$

$$r = 87^{\circ}35^0$$

Barlag:

$$\begin{aligned} \operatorname{ctgr} &= \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} = \frac{(+260,86) - (-250,60)}{(-119,45) - (+123,48)} = \\ &= \frac{+10,26}{-242,93} = -0,04223. \end{aligned}$$

bu ýerden

$$r = 87^{\circ}35^0$$

Rumbyň adyny koordinatalaryňartyrmasyň alamaty boýunça kesgitläliň, görnüşi ýaly  $\Delta x$  goşmak alamatly,  $\Delta y$  bolsa aýyrmak alamatly. Şeýlelikde rumb *IV* çetwertde ýerleşýär, 1-2 çyzygyň rumby  $r_{1-2} = DG_{gumb} : 87^{\circ}35'$  deň bolar.

1-2 çyzygyň gorizontaly ýagdaýy aşakdaky üç formulanyň haýsy-da bolsa biri bilen kesgitlenýär

$$L = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2},$$

$$L = \frac{\Delta x}{\cos r},$$

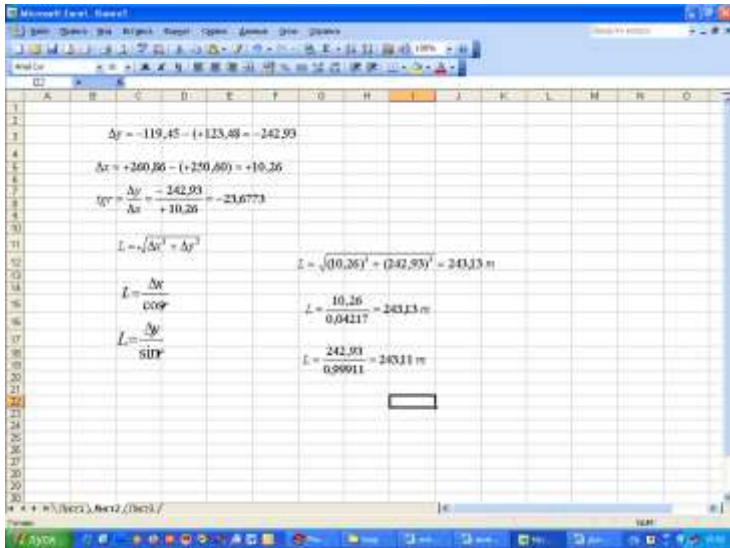
$$L = \frac{\Delta y}{\sin r}$$

Onda

$$L = \sqrt{(10,26)^2 + (242,93)^2} = 243,13 \text{ m},$$

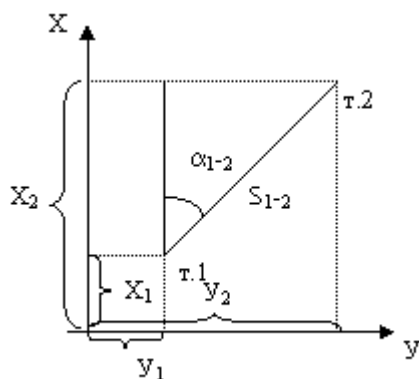
$$L = \frac{10,26}{0,04217} = 243,13 \text{ m},$$

$$L = \frac{242,93}{0,99911} = 243,11 \text{ m}.$$



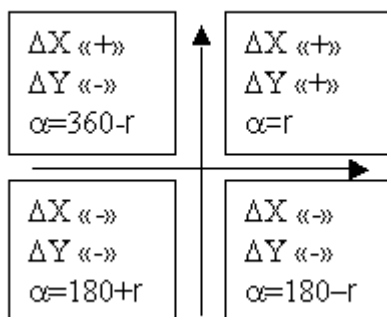
22-nji surat

Meseläniň geometriesasy aşakdaky çyzgyda görkezilen



23-нји surat

Ugur boýunça  $\alpha_{1-2}$  direksion burç hasaplanýar we onuň haýsy bölekde ýerleşendigini kesgitlemeli



## **Deñleşdirilen maglumatlar boýunça takyklygy kesgitlemek**

**Elektron tahometr** — iň köp ulanylýan geodezik abzallaryň biridir. Tahometrde ýerleşdirilen mikroprosessor köp geodeziki meseleleri çözmäge mümkinçilik berýär:

- geodeziýanyň göni we ter meselesi;
- meýdan hasaplamak, kertikleri hasaplamak, tahometrik sýemkalary geçirmek;
- otnositel baza çyzygyny kesgitlemek;
- baryp bolmaýan beýiklikleri kesgitlemek.

Alynan maglumatlar tahometriň ýadynda saklanýar, islendik wagtda ony kompýutere geçirmek bolýar. Židkokristal ekrany we klawiaturasy bolany üçin tahometrde işlemek islendik başga geodezik abzallardan kyn bolmaýar. Şol bir wagtyň özünde geçirilýän geodeziki şleriň göwrümi gary köpeliýär.

Tahometriň mümkinçilikleri:

- abzalyň dikligine elektron yzarlama ulgamy;
- lazerli uzaklyk ölçeýjiligi, serpikdirýan hasaplaýjydan başga, uzynlygy ýönekeý ölçemek (desgalaryň üstünde ölçemeleri geçirmek bolýar);
- tahometriň ýadyndaky ähli ölçegler we hasaplamalar diňe bir aýlowda geçirmäge mümkinçilik berýär;
- tahometriň soňky görnüşlerinde serpikdirijini awtomatik usul bilen tapmaklyk göz önüne tutulypdyr.

### **Tahometrik sýomka**

Tahometrik sözünde "tachys" çalt sözünü aňladýar. Oçegler teodolit ýa-da tahometr=awtomat bilen geçirilýär, abzalyň düzümine reýka hem girýär.

Tahometrik ýörelgäni ýa-da belentligi, tehniki niwelirlämäniň ýörelgesini, teodolit ýörelgäniň çekilişini tahometrik sýemka esaslandyrýar

Tahometrik ýörelge— bu teodolit we beýiklik ýörelgäni esaslandyryar. Her bir punktda kese burçlary, nokotlaryň öňünden we yzyndan burç gyşarmalaryny, uzaklyk aralygy göni we ters ölçenýär. Punktalaryň arasyndaky beýikligi trigonometrik niwelirleme formulasy boýunça kesgitlýär. Tahometrik ýörelgäni koordinatalar we beýiklikler üçin aýratyn deňleşdirýär. Ýolbererli näsazlyk aşakdaky formulalar boýunça kesgitlenýär:

burç üçin:

$$f_{\beta} = l' * \sqrt{n};$$

basolýut:

$$f_s = \frac{\sum S}{400 * \sqrt{n}};$$

beýiklik:

$$f_{h\text{ CM}} = 0.04 * \sum S / \sqrt{n}.$$

bu ýerde  $n$  – ýörelgede ölçenen burçlaryň sany,  $\sum S$  – ýörelgäniň uzynlygy metrde.

Tahometrik sýemkada kese burçlaryň we aralygň takyklygy kese sýomkadaky ýalydyr:

$$m_{\beta} = 24', m_s/S = 1/150$$

Burç gyşarmasynyň ýolbererli ýalňyşlygyny kesgitleliň, onuň üçin trigonometrik niwelirlemäniň formulasyny alalyň:

$$h' = S * \operatorname{tg} v$$

mälim ölçegler boýunça differensirläliň

$$m_h^2 = (S/\cos^2 v)^2 * m_v^2/\rho^2 + \operatorname{tg}^2 v * m_s^2$$

$h = 1 \text{ m}$ ,  $v = 11.4^\circ$ ,  $\operatorname{tg} v = 0.2$ ,  $\cos v = 1.0$  diýip kabul etsek  $m_h = 0.33 \text{ m}$  alarys.

onda:

$$m_v^2/\rho^2 * S^2/\cos^4 v = m_h^2 - \operatorname{tg}^2 v * m_s^2,$$

$$m_v = \rho * \sqrt{(m_h^2 - 0.04 * m_s^2)/S^2};$$

$$m_v = 10'$$



Tahometrik sýemkalarda ölçmeleriň takyklygyn ýokary goýulmaýar, şol sebäpli sýemka geçirilende ýönekeýleşdirilýär:

- Kese burçlar bilen kese burçlary tegelek boýunça bir ýerden ölçenýär;

- Masştab birligi 1:2 000 ýa-da 1:5 000 bolanda uzaklyk ölçäýi boýunça ölçmeler geçirilende takyklyk bir metre çenli tegeleklenýär;

Nul ýeri nola goloý ýa-da nol diýlip alynanda burç gyşarmalary bir tegelekde ölçenýär, şol ýagdaýda dik tegelek boýunça baha burç gyşarmasy bolar.

Ýaponiýa-da çykarylýan Sokkia Power Set 1000, elektron tahometriň tehniki häsiýetleri.



24-nji surat

Sokkia Power Set 1000 elektron tahometriň umumy görnüşi.

Kese we dik tegelek boýunça bir gezek geçirilen ölçemelerde orta kwadratik ýalňyşlyk 1" deňdir. Elektron kompensatorly, iki okly, gurnama çägi  $\pm 3'$ .

Uzaklyk ölçenende ölçemäniň takyklygy  $\pm(2 + 2 \text{ ppm} \cdot D) \text{ mm}$ , uzaklyk ölçäýjiligi 2400 m, klawiatura we displeý iki taraplaýyn 0.5"/1", 0.1/0.2 mg, 0.002/0.005 mil, ýatda saklaýjylygy 8000 ýazgy.

Görüş trubasynyň ulaldylygy  $30\times$ , in ýakyn aralyk 1,7 metr. Akumulýator BDC35 (Ni-MH), BDC40 (Ni-Cd) bilen 1000 ölçege ýetýär. Agramy 5,9 kg.



25-nji surat

### **Tahometrik sýemkalary awtomatlaşdyrmak**

Kese ýagdaýlarywe beýiklileri hasaplamaga köp wagt sarp edilýär.

Bir iş gününde 400-500 ökde hünärmenler 000 çenli geodezik belgileri ölçeyärler, sona bu ölçegleri gaýtadan işlemeklige gaty köp wagt sarp edilýär. Bu meseleleri çözmeklige taýýar programmtoplumlary uly kömek edýär. Tahometr-awtomatdyň teodolit- tahometrden aýratynlygy beýiklikleri we kese ýagdaýlary uzaklygy ölçýjiniň hasaby boýunça ýatdan aşakdaky formula boýunça hasaplanýar

$$S = C * l_s,$$

$$h' = K * l_h,$$

bu ýerde  $C$  we  $K$  – hemişelik koeffisientler ( постоянные коэффициенты (köplenç  $C = 100$  we  $K = 10$  ýa-da  $K = 20$ ),  $l_s$  we  $l_h$  – uzaklygy ölçýjiniň reýkasyndan alynan hasap. Keseligi we beýikligi hasaplamalary deňleşdirmek üçin formula seredeliň

$$S = (C * l + c) * \cos^2 v,$$

$$h' = 0.5 * (C * l + c) \sin^2 v.$$

Tahometr-awtomatyň formulasynyň çykarlyşynda nazary taýdan

özünde jemleyär.

119

JON üçburçlukdan  $S$  kese ýagdaýy we beýikligiň nol ýagdaýyny  $h'$  abzala görä aňladalyň:

$$S = JN = JO * \cos v,$$

$$h' = ON = JO * \sin v.$$

$JKO$  üçburçlukdan  $JO$ ,  $KOG$  –üçburçlukdan bolsa  $OG$  aňladalyň:

$$JO = \frac{OG}{\sin \varphi};$$

$$OG = l * \cos(v + \varphi).$$

Onda

$$JO = l * \frac{\cos(v + \varphi)}{\sin \varphi};$$

$$S = l * \frac{\cos(v + \varphi)}{\sin \varphi} * \cos v;$$

$$h' = l * \frac{\cos(v + \varphi)}{\sin \varphi} * \sin v.$$

Iki burçyň kosinuslarynyň jemi

$$\cos(v + \varphi) = \cos v * \cos \varphi - \sin v * \sin \varphi$$

alarys

$$\frac{\cos(v + \varphi)}{\sin \varphi} = \frac{\cos v * \cos \varphi - \sin v * \sin \varphi}{\sin \varphi} = \cos v * \operatorname{Ctg} \varphi - \sin v.$$

Onda

$$S = l * \cos v * (\cos v * \operatorname{Ctg} \varphi - \sin v),$$

$$h' = l * \sin v * (\cos v * \operatorname{Ctg} \varphi - \sin v).$$

Bu formulalary deňeşdirip

$$C = \cos v * (\cos v * \operatorname{Ctg} \varphi - \sin v),$$

$$K = \sin v * (\cos v * \operatorname{Ctg} \varphi - \sin v).$$

alarys.  $C$  we  $K$  hemişelik koeffisientler.

Skobkalary açyp,  $\operatorname{Ctg} \varphi$ -ni  $v$ -burç funksiýasynyň üsti bilen aňladalyň:

$$Ctg\varphi = \frac{C + \sin v * \cos v}{\cos^2 v};$$

$$Ctg\varphi = \frac{K + \sin^2 v}{\sin v * \cos v}.$$

Başga tarapdan  $Ctg\varphi = f_{o\phi}/p$ ,  $f_{o\phi}$  - obýektiwiň fokus aralygy,  $p$  - uzaklygy ölçýjileriň ýüpleriniň uzynlygy. Obýektiwiň fokus aralygy şol bir truba üçin hemişelik, şol sebäpli  $\varphi$  ýa-da  $Ctg\varphi$  üýrtgemegi kese ýagdaý üçin uzaklygy ölçýjiniň ýüpüniň aralygyny üýtgetmeli bolýar:

$$p_s = \frac{f_{o\phi} * \cos^2 v}{C + \sin v * \cos v};$$

- beýiklik üçin:

$$p_k = \frac{f_{o\phi} * \sin v * \cos v}{K + \sin^2 v}.$$

Soňky alynan aňlatmalar gutarnykly formulalarydyr.

## Doly awtomatlaşdyrylan lazer niwelirleri

### Geo-Fennel FL 1000 lazer niweliri



27-nji surat

FL 1000 lazer niweliri ýönekeý bolman özi gurnalanda we ölçeg geçirilende deňleşdiýän awtomatdyr. Bul niwelirde dör sany dik lazer ýagtylyklary bilen üpjün edilen, ol çyzyklar biri birene  $90^\circ$  ýaýraýan lazer ýagtylyklarydyr.

Lazer niweliri çyzykly lazer niwelirlerini özüne birleşdirýär (tekizlikleri gurmakda) dik ýagtylyklar bilen we uzak aralyga işýagsaýy kese tekizliklerde ölçemelerden has aňsat.

Beýleki lazer niwelirlerinden tapawudy daşarda kese tekizlikde 200 metr uzaklykda işlemek bolýar.

### Goşmaça suratlar



28-nji surat

### **Tehniki häsiýetlendirijileri**

Kese gurlanda takyklyk mm/m	1/10
Kompensatoryň işçi diapozony, °	5
Işçi uzaklyk diametri kabul ediji bilen (mac.), m	200
Işçi uzaklyk diametri aralykdaky nokatda, m	60
Işçi uzaklyk diametri aralykda, m	30
Aýlanma tizligi , aýl/min	200,500
Okdan iň uly gyşarmasy, °	до 5
Класс лазерного излучателя	II
Batareýa	alkalinli
Akumulýator	NiMH
Işçi temperatura, °C	-10...+40
Agramy, kg	2,5

### **Mümkinçiligi we funksiýasy**

Reňki lazer diokly	gyzyl
Zarýada birleşdirmek üçin ýörite öýjük	bar
Nokoda iş ýagdaýy (aýlanmasyz)	bar
Bir ok boýunça gyşarma	bar
Ikinji ok boýunça gyşarma	bar
Arallykdan işi dolandyrmak üçin pult	bar
Batareýadan işlemek	bar
Akumulýatordan işlemek	bar

### Esasy düzümi

Lazerli niwelir	v
Pult	v
Lazer şöhlesini kabul ediji	v
Niwelir reýkasyna birleşdirilýän kabul ediji	v
Akumulýator	v
Zarýadlaýan abzal	v
Lazer nyşany	v
Lazer oçkisi	

**Geo-Fennel FL 250VA-N** doly awtomatlaşdyrylan lazer niweliri



29-njy surat

**250VA-N** lazer 200-nji görnüşden tapawudy niweliri electron kompensator bilen üpjün edilen. Şol sebäpli öz-özünü



deňleşdirmegiň takyklygy  $\pm 0,1\text{mm/m}$  we abzalyň çaklery  $\pm 5^\circ$  çenli bolýar, bu bolsa düz bolmadyk ýerlerde, berilen nokatlarda abzaly gurnamak 200-nji görnüşlerden has aňsat bolýar.

Ýöriteleşdirilen datçikleriň kömegi bilen abzaly kese we dik gurnamaklyk göz önünde tutulan.

Iş geçirilýän wagtynda abzal tötänlikde ýerinden gozgansa lazer niweliri işi togtadýar, soňra täzedan awtomatik gurnamaklyk gutarandan soň işe başlamak mümkinçiligi döreýär.

### Goşmaça suratlar



30-njy surat

### **Tehniki häsiýetleri**

Kese gurlanda takyklyk mm/m	1/10
Dik ýagdaýda gurnalandaky takyklygy, mm/m	1,5/10
Kompensatoryň işçi diapozony, °	5
Işçi uzaklyk diametri kabul ediji bilen (mac.), m	250
Işçi uzaklyk diametri aralykdaky nokatda, m	50
Işçi uzaklyk diametri aralykda, m	30
Aýlanma tizligi aýlanmada, aýl/min	20
Дальность диаметра работы с штатным пультом д/у, м	50
Aýlanma tizligi, aýlan/min	120, 500
Okdan iň ýokary gyşarmasy от оси (gyşarma), °	5 çenli
ДЛazer diodynyň tolkunynyň uzynlygy, nm	635
Işleý batareýasy	alkalinli
Akumulýatoryň görnüsi	NiMH
Işleýän temperaturanyň çägi , °C	-10...+45

### **Mümkinçiligi we funksiýasy**

Lazer diodyň reňki	gyzyl
Zarýada birleşdirmek üçin ýörite öýjükler	bar
Nokoda iş ýagdaýy (aýlanmasyz)	bar
Bir ok boýunça gyşarma	bar
Ikinji ok boýunça gyşarma	bar
Arallykdan işi dolandyrmak üçin pult	bar
Batareýadan işlemek	bar
Akumulýatordan işlemek	bar
Abzal dik gurlanda awtomatlaşdyrylan electron compensatory	

## Esasy düzümi

Lazerli niwelir	v
Pult	v
Lazer şöhlesini kabul ediji	v
Niwelir reýkasyna birleşdirilýän kabul ediji	v
Akumulýator	v
Zaryadlaýan abzal	v
Lazer nyşany	v
Lazer oçkisi	v
Rus dilindäki instruksiýa	v

## Geodeziýa ölçemeleri awtomatlaşdyrmada ulanylýan programmalar Topografiýa (Topo v2.1) geodezik programmasy



31-nji surat

«Топография» programmasy dürli görnüşdäki geodeziki tahometr ölçmelerini netijelerini matematiki taýdan gaýtadan işlemäge, taslamalarda öýulýan işi, öý ýerleri doldurmak şleriň göwrümini hasaplamaga-da mümkinçilik berýär.

Programmanyň bibliotekasynda sertli topo-bellikleriň 215 sanysy ýerleşendir. Şeýle-de gerek bolanyagdaýynda goşmaça topo bellikleri girizmek bolýar. Hemme çyzgylar AutoCAD programmasynda açylýar, şol sebäpli AutoCAD programmasyň ähli mümkinçiliklerini ulanmak bolýar.

### **Programmanyň mümkinçiligi**

1. AutoCAD faýlaryny döretmek dürli görnüşi tahometrleriň ölçän nokatlarynyň koordinatalaryny goşmaça redaktirlemän nokatlaýyn desgalaryň şertli belgilerini göýmak Islendik electron görnüşdäki tahometrlerden maglumatlary göni kompýutere geçirmek mümkin.
2. Считывание из AutoCADовских файлов координат точек, линий и полилиний 2D с записью их в текстовый файл. Считывание координат точек предварительно поименованных.
3. AutoCAD programmasynda çyzgylary ýerleşdirmek, hem-de sanly modelini hasaplamak
4. Ýeriň üstüni meýdanlary deňeşdirmek, çykarmaly ýa-da güýmaly göwrümleri hasaplamak.
5. Poligonometrik ýörelgäniň dürli görnüşdäki tahometrleriň kömegi bilen ölçenen uzynlyklaryň we burçlaryň deňlemelerini deňleşdirmek Excel programmada ýerine ýetirilýär.

## Kolca geodezik programmasy (kitapçalary doldurmak + ýol ugry redaktirlemek)



32-nji surat

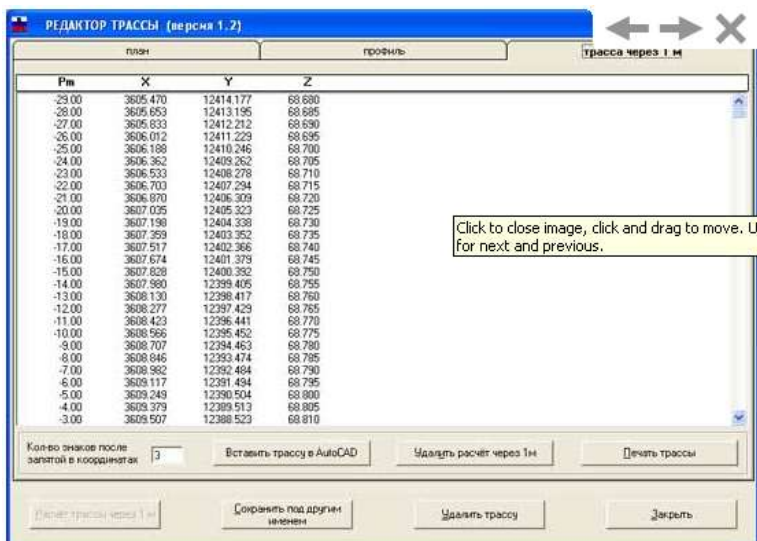
Programma gyşarmalaryň radiusyny hasaplamak, ýerasty geodezik şlerde hasaplamalary geçirmek, maglumatlary kitapça geçirmek Excel programmasynda ýerine ýetirilýär.

Başlangyç maglumatlar bolup tanometrden kom geçirilen ölçegler ulanylýar.

SOKKIA, TRIMBLE, LEICA, NICON, TOPCON firmalaryň tahometrleri ýa-da tekst faýllary nokatlaryň nomerleri X,Y,Z formatlarda berilse onda goşmaça redaktirleme geçirilmän göni matematiki taýdan gaýtadan işlenip başlanýar.

Kolca programmanyň kömegi bilen islendik tahometrden ölçenen maglumatlary kompýutere geçirmek bolýar.

## Ýol ugry redaktirlemek geodezik programmasy



33-nji surat

Ýol ugry redaktirlemek programmasy tekst faýllary döretmek üçin döredilendir, bu programmada ýol ugryň koordinatalary( X , Y , Z ) her bir metrden hasaplanan.

Bu faýl ähli gämi gatnawlarynda gerekli bolýar (SN-P , SN-Pi , SN-PA ulgamlarda), şeýle-de başga geodezik hasaplamalaeda ulanmak bolýar. Hasaplamalar üçin esasy ýoluň koordanatalaryny kompýutere girizmeli, başlangyç gönini, Pmo –şertli belgi, meýdançanyň uzynlygyny, Ao-direksion burçy, R-egriniň radiusyny, z –ylulygyň gyşarmasyny, q – okuň ýerasty gyşarmasyny, C- egriniň geçme parametrini.

Programmanyň soňky görnüşinde koordinatalaryň dogry hasaplanandygyny alynan maglumatlary AutoCAD programmasyna goýup barlap bolýar

## Geodezik programma “Пересчет”

№ точки	ПК	+/- откл. от оси	+/- откл. от УГР	Нфакт.
T1	1+49.40	10.486	22.504	210.604
T2	1+75.48	-27.744	20.085	208.185
L2	1+94.09	-27.665	23.671	211.771
T3	2+15.04	-27.591	20.107	208.207
T4	2+34.55	-27.493	20.108	208.208
T7	3+03.28	8.555	19.344	207.444
Y	3+30.72	-12.257	15.294	203.394
T5	3+30.25	-27.481	19.495	207.595
T8	3+63.64	10.985	18.701	206.801
M1	3+63.97	10.997	19.557	207.657
M3	3+65.71	-27.152	20.306	208.406
M2	3+97.63	11.317	19.420	207.520
T9	3+97.88	11.334	17.902	206.002
T6	4+09.51	-26.739	18.782	206.882
VR1	4+56.65	-6.419	14.083	202.183
A2	5+14.54	-18.031	18.387	206.458
B2	5+22.27	19.629	20.090	208.129
M6	5+23.24	-17.781	17.919	205.953
B1	5+58.62	13.624	16.709	204.480
KOL3	5+70.46	10.670	13.161	200.837
KOL1	5+76.06	-13.600	13.638	201.269
A4	5+77.25	-15.898	18.400	206.022
KOL4	6+05.63	8.721	13.630	201.023
A3	6+11.79	-15.760	19.362	206.708
KOL2	6+15.10	-13.459	14.005	201.324
PL3	6+22.36	26.328	17.159	204.420
PL1	6+37.30	14.018	16.485	203.626
A1	6+57.00	14.100	20.500	207.400

34-nji surat

(X, Y, Z) koordinatalary AutoCAD programmasynyň kömegi bilen hakyky taslamadan gyşarmalary hasaplamaga we printerde çap etmäge mümkingilik döredilen. Programmada işläp başlamazdan öňürti Перед включением данной программы необходотекст faýlyny döretmeli ol otur bilen çäklenen bolmalydyr (Nokadyň nomeri, X-iň koordinatasy, Y-iň koordinatasy, Z-iň koordinatasy).

Hasaplanan nokatlary AutoCAD güçin [Вставить в AutoCAD] düwmejigi basmak ýeterlikdir soňra bolsa "Пожалуйста, подождите ..." gyzyly ýazgy sönýänçe garaşmaly.

Soňra Excel programmasyny açyp ýatda saklanan tekst faýlyny islendik formatda hasaplama taýýarlamak bolýar. Eger-de ölçemelerde takykly berilmese onda, hasaplamalaryň

takyklygy santimetrde bolar, takyklygy bir näçe metrden, millimetriň ondan bir bölegine çenli bermek bolýar.



## Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhobelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. B.N. Gaibow, D. Nurmämmedow, M. Almazow, M. Handöwletow, G.O.Meredow. Geodeziki ölçemeleriň netijelerini matematiki taýdan gaýtadan işlemek. Aşgabat. Ylym 2008.
11. Большаков В.Д., Гайдаев П.А. Теория математической обработки геодезических измерений. М., Недра. 1998
12. Бурмистров Г.А. Основы способа наименьших квадратов. М., Госгеолтехиздат, 1997.

13. Видуев Н.Г., Вероятностно-статистический анализ погрешностей измерений. М., Недра. 1977
14. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. М. Физматгиз, 2007.
15. Маркузе Ю.И. Алгоритмы для уравнивания геодезических сетей на ЭВМ. М., Недра. 2006.
16. Маркузе Ю.И. Теория математической обработки геодезических измерений. Учебное пособие. М., МИИГАиК, 1988
17. Павлов Ф., Беляев Б.И. и др. Практикум по высшей геодезии. М., Недра. 2002.
18. Е. А. Жалковский, Г. В. Демьянов, В. И. Зубинский, П. Л. Макаренко, Г. А. Пьянкова, О концепции и программе перехода топографо-геодезического производства на автономные методы спутниковых координатных определений. (Геодезия и картография, 1998, № 5.

## Mazmuny

	Sözbaşy.....	7
	Giriş.....	9
1	Geodeziki ölçmeleri äwtomatlaşdyrmagyň zerurlygy.....	10
2	Ms Excel barada umumy düşüňjeler.....	13
3	Umumy görnüşli dispersiýany hasaplamak.....	22
4	Ölçmeleriň netijeleriniň takyklygy we olaryň funksiýasy.....	27
5	Iki we üç sigma düzgüni.....	31
6	Iň kiçi kwadratlar usuly boýunça poligonometrik ýörelgäniň deňleşdirilişi.....	37
7	Normal deňlemeleri Gaussyň usuly boýunça çözlüşi.....	51
8	Korrelat usulu boýunça deňleşdirmegiň blok shemasy.....	53
9	Niwelir torlaryny deňleşdirmek..... ....	55
10	Geodezik dörtburçlygy korrelat usuly boýunça deňleşdirmek...	67
11	Ýakynlaşan koordinatalary hasaplamak we deslapky ugurlary deňleşdirmek.....	82
12	Geodeziýa ölçmeleri gaýtadan işlemegiň programmalary.....	94
13	Beýikligi ölçýjiler- awtomatlar.....	97
14	Amplituda burç ölçeglerini yzarlaýan ulgamyň funksional shemasy.....	100

15	Kese çyzyklary interpolirmek.....	102
16	Teodolit ýörelýörelň koordinatalaryny kesgitlemek.....	104
17	Geodeziýanyň göni we ter meselelerini çözmek.....	110
18	Deňleşdirilen maglumatlar boýunça takyklygy kesgitlemek.....	115
19	Tahometrik sýemkalary awtomatlaşdyrmak.....	118
20	Doly awtomatlaşdyrylan lazer niwelirleri.....	121
21	Geodeziýa ölçemeleri awtomatlaşdyrmada ulanylýan programmalar.....	127
	Edebiýatlar.....	133