ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИНСТИТУТИ

“Геодезия ва ер кадастри”
КАФЕДРАСИ

“Олий геодезия” фанидан

КУРС ИШИ

Бажарди: “ЕФ ва ЕК” факультети 3 – курс 3 – гурух талабаси

Хабибуллаев Жамшид

Раҳбар: катта ўқитувчи М.Х.Ражапбоев

Тошкент - 2012

РЕЖА:

1. **КАРТА ВА ПЛАН ВАРАКЛАРИНИНГ НОМЕНКЛАТУРАСИ**
2. **ГАУСС ПРОЕКЦИЯСИ**
3. **ГАУСС ПРОЕКЦИЯСИДА СЪЁМКА ТРАПЕЦИЯЛАРИНИ ТУЗИШ**
4. **ЗИЧЛАШТИРИШ ТАРМОКЛАРИНИ МАТЕМАТИК ИШЛАБ ЧИКИШ**
5. **ГЕОДЕЗИК ТУРТБУРЧАКНИ ТЕНГЛАШТИРИШ**
6. **ГЕОДЕЗИК КЕСТИРМАЛАР**
7. **НИВЕЛИР ЙУЛЛАРИ СИСТЕМАСИНИ ПРОФ. В.В.ПОПОВНИНГ ПОЛИГОНЛАР УСУЛИДА ТЕНГЛАШТИРИШ (Кизил сонлар усули)**

КАРТА ВА ПЛАН ВАРАКЛАРИНИНГ НОМЕНКЛАТУРАСИ

Номенклатурали булинган карта ва планлардан фойдаланиш учун куйидаги масалаларни ечишга тугри келади.

1. География кординаталари маълум пункт жойлашган карта варагининг номенклатурасини аниклаш.

2. Маълум номенклатура буйича трапеция роми бурчакларининг географик кординаталарини аниклаш.

3. Берилган карта варагига ёндош (кушни) карта варакларини номенклатурасини топиш.

Турли масштабдаги карта ва план варакларининг номенклатураси асосида халкаро карта деб кабул килинган 1 : 1 000 000 масштабли карта вараклари ётади.

Бу картанинг варакларига булиниши куйидаги тарзда бажарилади. Ер сирти меридианлар билан 6^o дан 60 та устунга булинади. Устунлар узоклиги 180^o булган меридиандан бошлаб гарбдан шаркка караб араб ракамлари билан белгилаб чикилади.

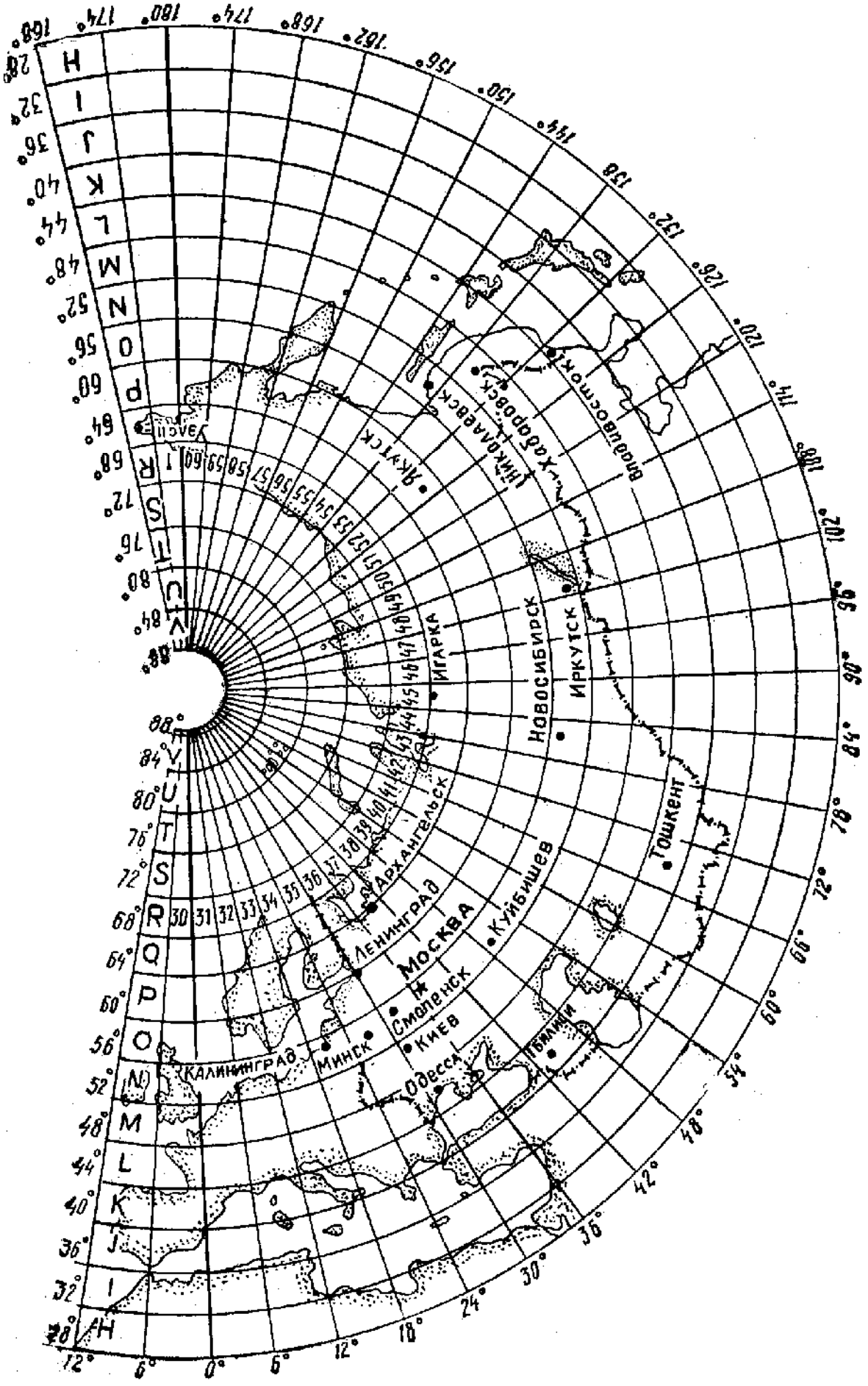
Устунлар паралеллар билан 4^o дан каторларга булинади. Каторлар экватордан бошлаб шимолий ва жанубий кутблар томон лотин алифбосининг бош харфлари билан белгилаб чикилади. Шимолий ва жанубий ярим шарларда 22 тадан тулик, 1 тадан ярим каторлар мавжуд.

Ер сиртининг шундай булиниши натижасида хосил булган кисмлари (трапециялари) 1 : 1 000 000 масштабли карта варагларида тасвирланади. Карта варагининг номенклатураси каторни белгиловчи харф ва устунни белгиловчи сондан ташкил топган.

Катор ва устун белгиларини трапеция роми бурчакларининг географик кординаталарини аниклаш учун 1-чизмадаги маълумотлардан фойдаланилади.

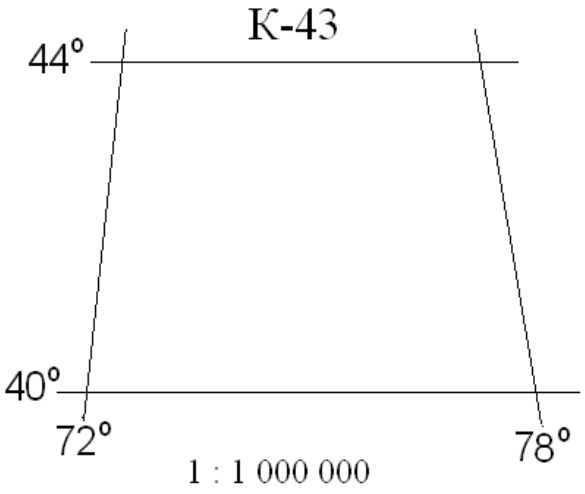
Мисол. Пунктнинг географик кординаталари: кенглиги $\varphi = 42^o17'24''$ ва узоклиги $\alpha = 74^o26'41''$ берилган.

Шу пункт жойлашган К-43 булган барча масштабдаги карта варакларининг номенклатураси келтирилсин.


Якутск
Хабаровск
Владивосток
Игарка
Новосибирск
Иркутск
Ташкент
Куйбышев
Архангельск
Ленинград
Москва
Смоленск
Киев
Минск
Одесса
Калининград

1-чизма.

2-чизмада 1 : 1 000 000 масштабли карта трапецияси номенклатураси билан курсатилган.

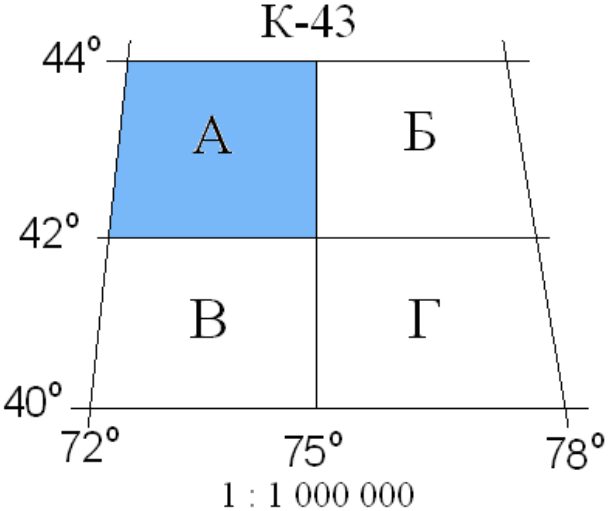


2-чизма

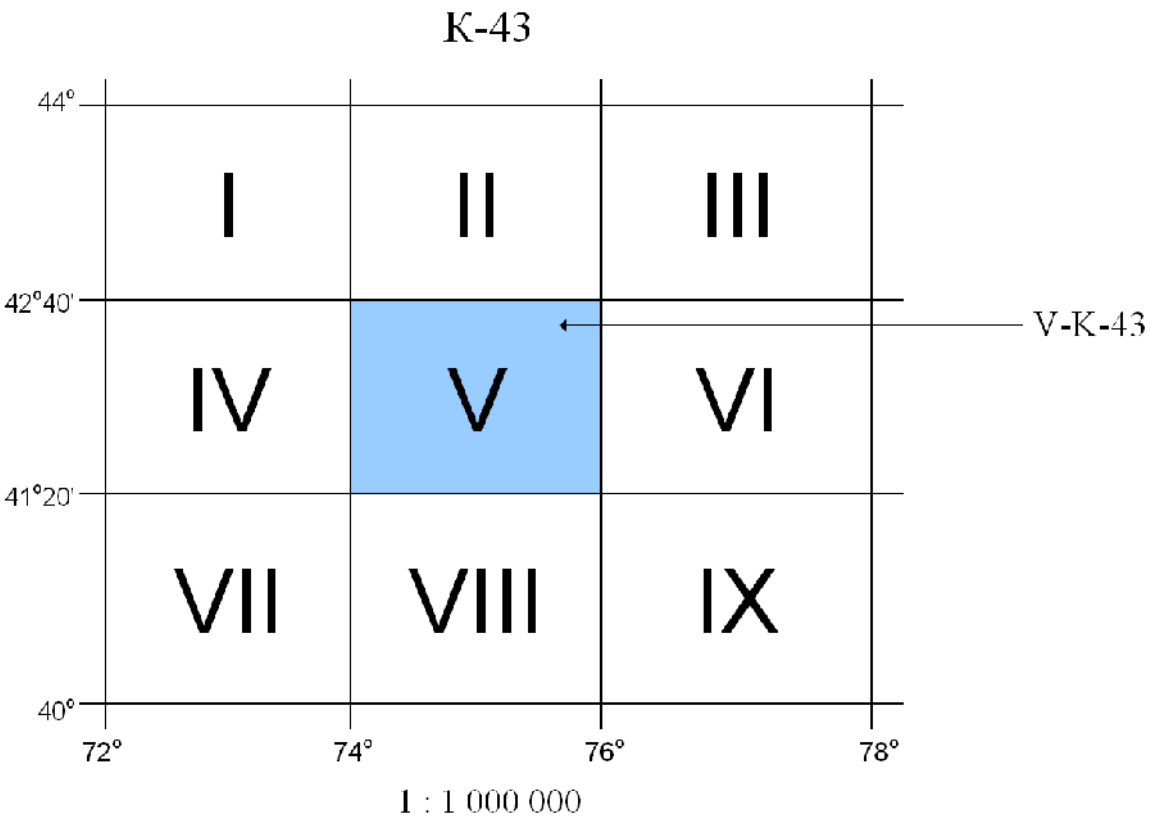
Битта 1 : 1 000 000 масштабли карта варагида 4 та 1:500 000 масштабли карта вараклари (3-чизма), 9 та 1:300 000 масштабли карта вараклари (4-чизма), 36 та 1:200 000 масштабли карта вараклари (5-чизма) ва 144 та 1:100 000 масштабли карта вараклари (6-чизма) жойлашади.

1:500 000 масштабли карта вараклари рус алифбосининг бош харфлари, 1:300 000 ва 1:200 000 масштабли карта вараклари рим ракамлари, 1:100 000 масштабли карта вараклари араб ракамлари билан белгиланади. 1:500 000, 1:200 000, ва 1:100 000 масштабли карта варакларининг белгилари 1:1000 000 масштабли карта номенклатурасидан кейин, 1:300 000 масштабли карта варагининг белгиси эса олдин ёзилади.

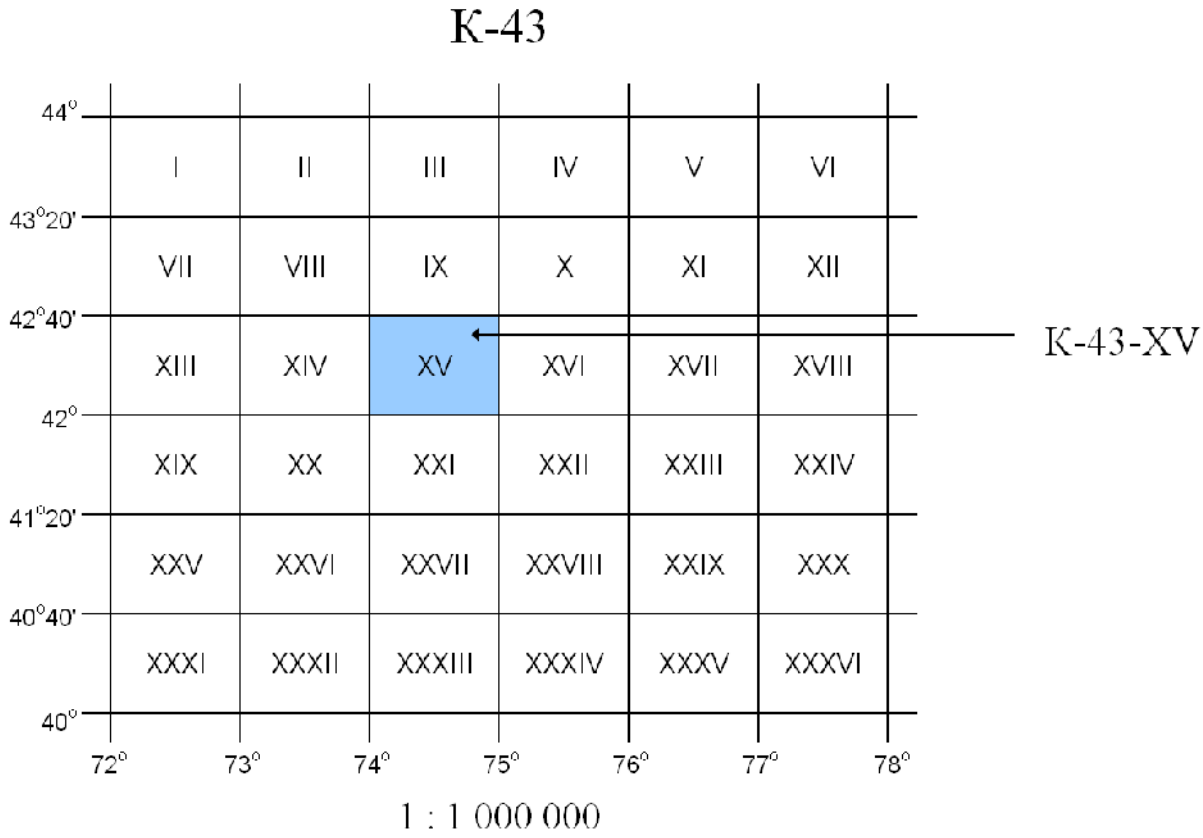
Берилган мисол учун бу карта варакларининг номенклатуралари мос равишда К-43-А, V-К-43, К-43-XV, К-43-65 булади.



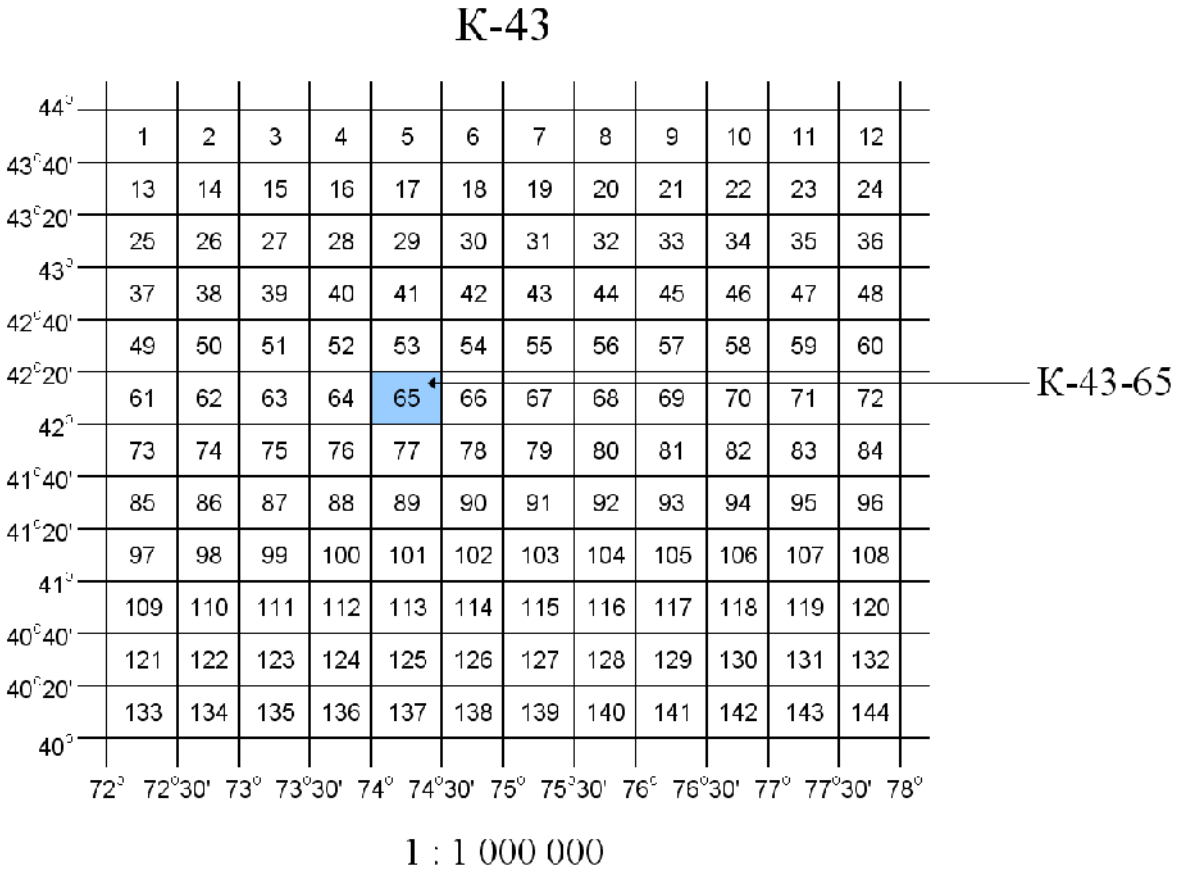
3-чизма



4-чизма



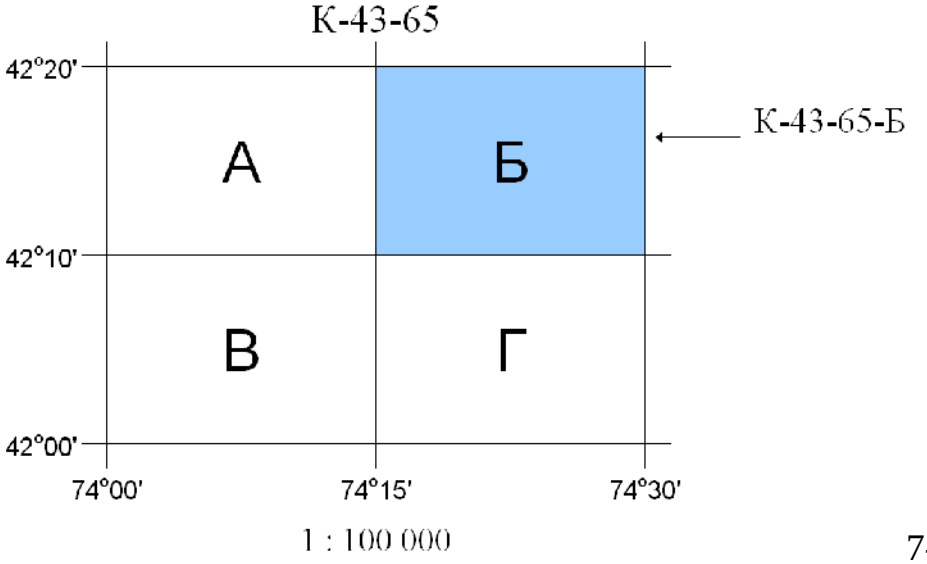
5-чизма



6-чизма

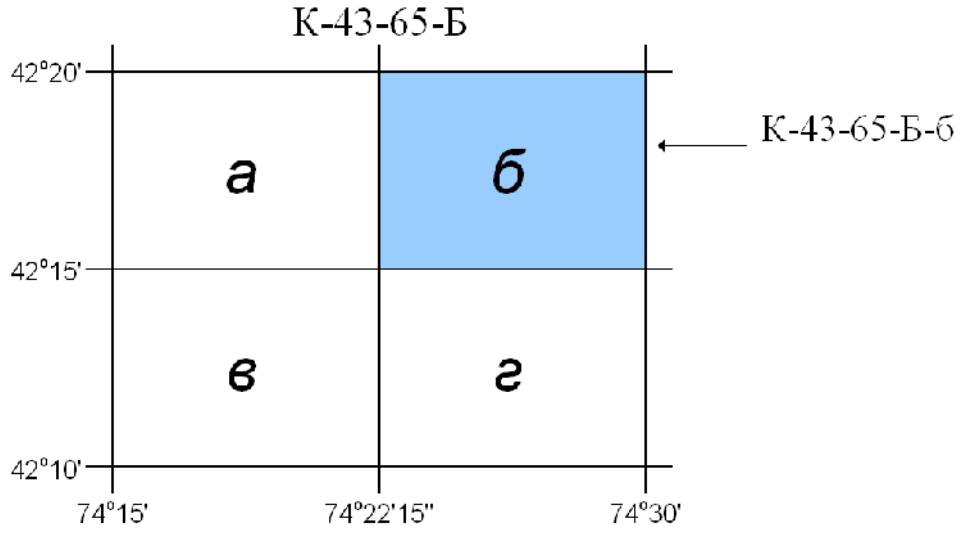
1:100 000 масштабли карта вараги ундан йирик масштабдаги карта варакларининг булиниши ва номенклатураси учун асос булиб хизмат килади.

1:100 000 масштабли карта варагида 4 та 1:50 000 масштабли карта вараклари жойлашади ва улар рус алифбосининг бош харфлари А, Б, В, Г билан белгиланади. Варакнинг улчамлари кенглик буйича 10', узоклик буйича 15' га тенг. (7-чизма)



7-чизма

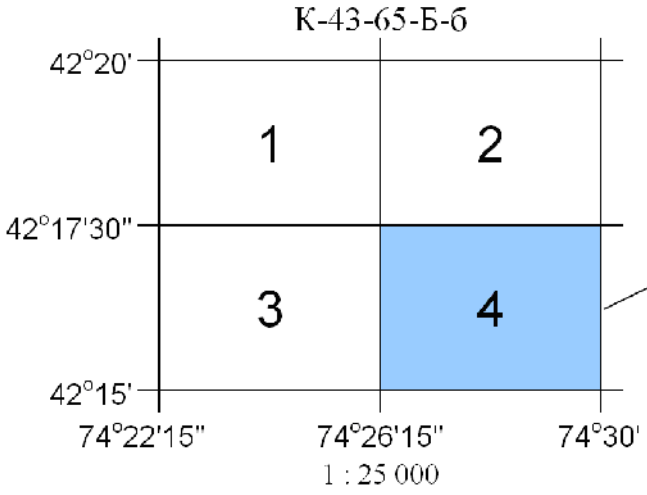
1:50 000 масштабли карта вараги улчамлари кенглик буйича 5', узоклик буйича 7'30'' га тенг булган 4 та 1:25 000 масштабли карта варакларига булинади ва улар рус алифбосининг кичик харфлари а, б, в, г билан белгиланади. (8-чизма)



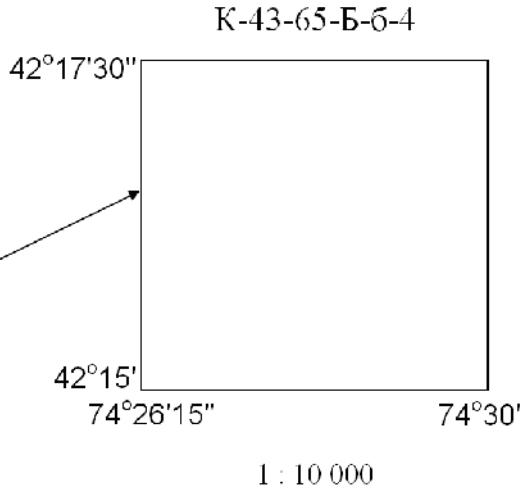
8-чизма

1:25 000 масштабли карта варагида улчамлари кенглик буйича 2'30'', узоклик буйича 3'45'' булган 4 та 1:10 000 масштабли карта вараклари ётади ва улар араб ракамлари 1, 2, 3, 4 билан белгиланади. (9-чизма)

Шундай килиб, курилаётган мисол учун 1:10 000 масштабли карта варагининг номенклатураси К-43-65-Б-б-4 булади. (10-чизма)

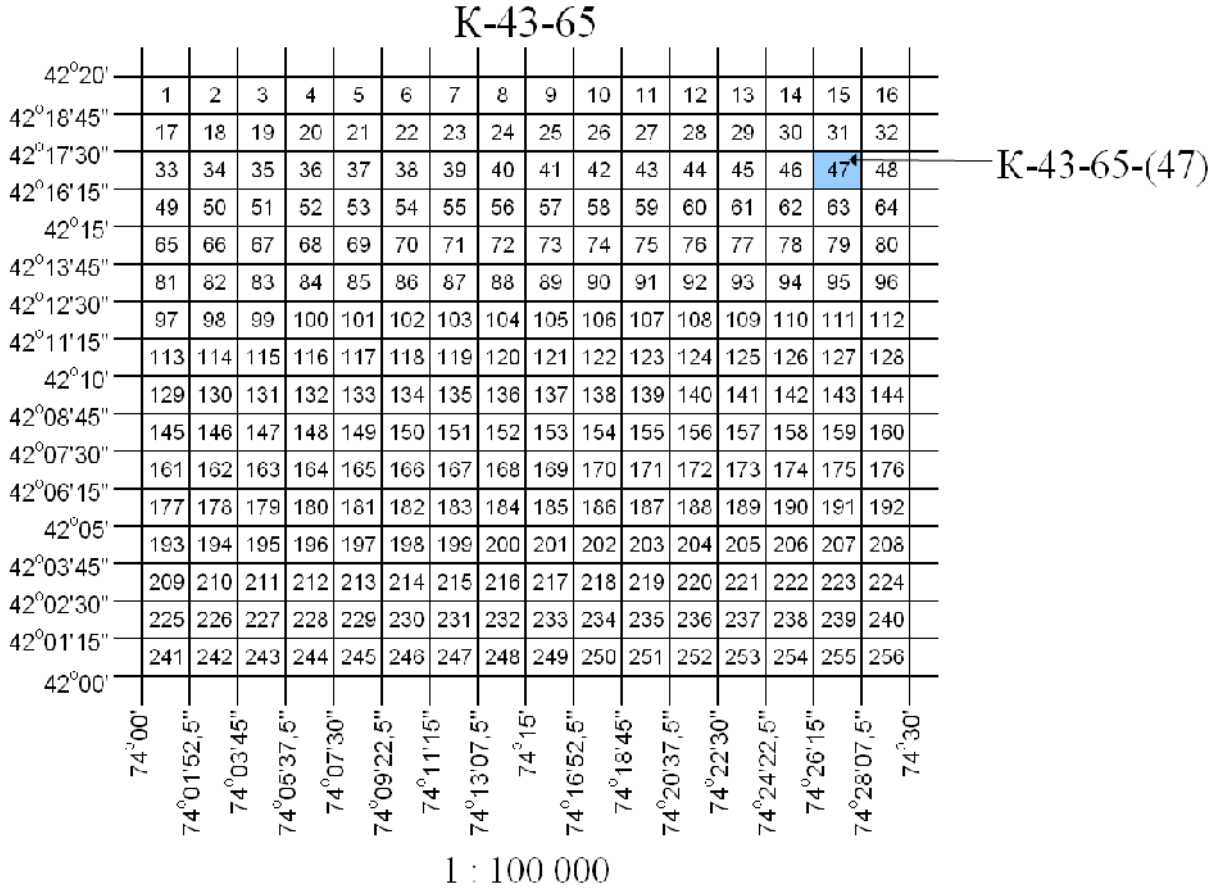


9-чизма



10-чизма

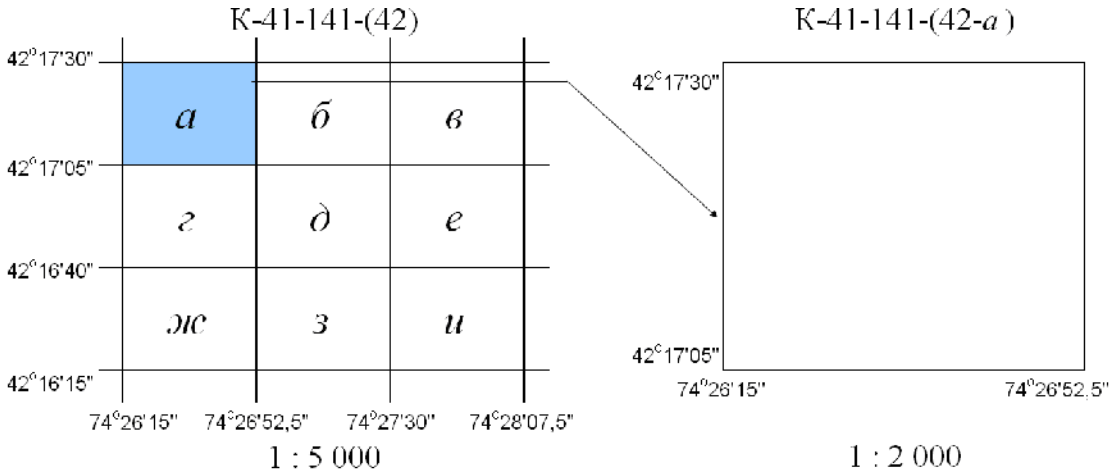
Битта 1:100 000 масштабли карта варагида 256 та 1:5 000 масштабли планшет (план вараклари) жойлашади. (11-чизма) Улар араб ракамлари билан белгиланиб, номенклатурада кавс ичида курсатилади. Трапеция роминг улчамлари кенглик буйича 1’15’’ни, узоклик буйича 1’52,5’’ни ташкил этади.



11-чизма

1:5 000 масштабли планшет 9 та тенг 1:2 000 масштабли планшетдан иборат булиб, рус алифбосининг кичик харфлари билан белгиланади. Бу белгилар хам номенклатурада кавс ичида ёзилади. Трапеция роминг улчамлари кенглик буйича 25” га, узоклик буйича 37.5” га тенг. (12-чизма)

Берилган мисол шартига биноан алохида изланаётган 1:2 000 масштабли планшет 13-чизмада курсатилган.



12-чизма 13-чизма

ГАУСС ПРОЕКЦИЯСИ

МДХ давлатларида топографик карталарни тузишда кундаланг-цилиндрик тенг бурчакли (конформ) Гаусс проекциясидан фойдаланилади.

Бу проекцияда ер сирти меридианлар билан уч ёки олти градусли зоналарга булинади. Хар бир зона уз цилиндрига проекцияланади. Ер шарининг (хар бир зонанинг) цилиндрга тегиб турган чизиги зонанинг уртасидан утган булиб, унга ук меридиани дейилади. Ук меридианига нисбатан нукта канча узокда жойлашган булса, у шунча катта силжиш билан картага тушади. Шунинг учун 3^o ли зоналар 1:2 000, 1:5 000 масштабли, 6^o ли зоналар эса 1:10 000 ва ундан майда масштабли карталар тузишда кулланилади.

6^o ли зоналар чегараси устунлар (1:1000 000 масштабли карта вараклари) чегарасига мос тушади. Зоналар хам араб ракамлари билан белгиланади, бирок зоналар хисоби устунлар хисобидан 30 га фарк килади. Чунки улар нолинчи (Гринвич) меридианидан бошлаб саналади.

Олти градусли зона ук меридианининг узоклигини куйидаги формула билан аникланади.

$$L_o = 6^o\ N - 3^o$$

бу ерда N - зонанинг сони.

Гаусс проекцияси текислигида зона тугри бурчакли кординаталар системаси кулланилади. Бунда абцисса уки сифатида ук меридиани, ордината уки сифатида экватор кабул килинган.

МДХ давлатлари шимолий ярим шарда жойлашган булгани учун абциссалар мусбат кийматга эга. Манфий ординаталарга эга булмаслик учун, барча ординаталарга уларнинг ишорасидан катъий назар 500 км кушиб олинади. Ундан ташкари нукта кайси зонада ётганлигини билиш учун ординаталарнинг узгартирилган киймати (500 км кушиб олинган кийматлари) олдига зонанинг сони ёзилади.

Тенг бурчакли проекцияда тузилган карта ва планларда сиртидаги геометрик шаклларнинг бурчаклари, ук меридианида ётган чизикларнинг узунликлари узгармасдан тушади. Колган чизикларнинг узунликлари ва шаклларнинг юзалари узгарган холда тасвирланади.

Гаусс проекциясида тасвирлаш масштаби куйидаги формула ёрдамида аникланади.

$$m = 1 + \frac{y^2}{2R^2}$$

нисбий узгариш эса -

$$m - 1 = \frac{y^2}{2R^2}$$

Жойда улчанган чизик узунлигини Гаусс проекцияси текислигига кучириш чизикни редукциялаш дейилади. Проекция текислигига редукцияланган чизик узунлиги куйидаги формула билан аникланади.

$$S_r = S\,(1 + \frac{y^2}{2R^2})$$

ёки

$$S_r = S + S\,(m - 1)$$

бу ерда ***S*** - жойда улчанган чизик узунлиги; ***У*** - ук меридианидан чизик уртасигача хисобланган ордината; ***R*** - ер радиуси (хисоблаш пайтида 6400 км га тенг деб олиш мумкин).

m - 1 нинг катталиги У = 100 км да 1:8000 ни, У = 200 км да 1:2000 ни, У = 300 км да 1:900 ни ташкил этади.

Чизик улчашлар ук меридианидан 100 км дан ортик узокликда булганда, чизик узунлигига редукциялаш учун тузатма киритилиши керак. Бу тузатма куйидаги формула оркали аникланади.

$$\Delta S = S\,\frac{y^2}{2R^2} = S\,(m - 1)$$

Ер сиртидан Гаусс проекцияси текислигига утиш учун юзаларга тузатмалар куйида келтирилган формула ёрдамида хисобланади.

$$\Delta P = P\,\frac{y^2}{R^2} = 2P\,(m - 1)$$

бу ерда ***P*** - улчанган юза.

Агар Гаусс проекцияси текислигида тузилган карта ва планлар буйича аникланган масофалар ва юзалар кийматларидан уларнинг ер сиртидаги кийматларига утиш учун тузатмалар манфий ишора билан олиниши керак.

ГАУСС ПРОЕКЦИЯСИДА СЪЁМКА ТРАПЕЦИЯЛАРИНИ ТУЗИШ

Трапеция тузиш учун унинг берчакларини тугри бурчакли координаталарини аниклаш зарур.

Трапеция роми бурчакларининг тугри бурчакли координаталари меридианлар якинлашиш ва трапеция роми улчамларини аниклашда махсус жадваллардан* фойдаланилади.

Трапецияни тузишда координаталари ва бошка катталикларни хисоблаш тартиби:

а) махсус тузилган жадвалга (1-жадвал) 1:25 000 масштабли трапеция роми бурчакларининг географик кординаталари ва шу трапеция жойлашган зона УК меридианининг узоклиги ёзиб олинади.

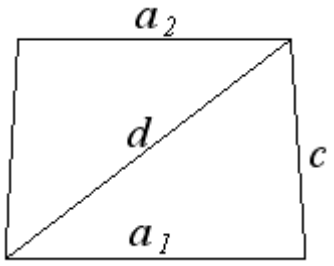
б) махсус жадваллардан 1:25 000 масштабли трапеция учун абцисса ***Х***, ордината ***У*** ва меридианлар якинлашиши **γ** нинг кийматлари ёзиб олинади. Жадваллардан олинган кийматларнинг остига чизиб куйилган. ***Х*** ва ***У*** ларнинг киймати метрда берилган.

в) урта кийматни аниклаш усулида 1:10 000 масштабга мос келадиган кийматлар хисобланади.

г) берилган 1:10 000 масштабли т1:25 000 масштабли трапеция учун **Х** ва **У** нинг якуний кийматлари меридианлар якинлашишининг уртача киймати $\gamma_{ур}$ топилади.

Абциссаларнинг якуний кийматини топишда урта устунда жойлашган кийматларга Гаусс проекциясидаги паралелларнинг эгрилигига тузатма δ_X киритилади. Бу тузатмаларнинг кийматлари уша махсус жадваллар китобининг охирида келтирилган, трапеция кенглигига боглик тузилган жадваллардан олинади. Бу тузатмалар доим айрилади. Ординаталарнинг якуний кийматларини топиш учун юкорида эслатилгандек 500 км кушиб, олдига зона сони ёзилади. Зона сони берилган мисолда 13.

д) юкорида эслатилган махсус жадваллардан трапеция роминнг улчамлари ёзиб олинади (14-чизма)



a_1= 51,54 см
a_2= 51,51 см
c = 46,28 см
d = 69,26 см
P = 23,85 км^2

14-чизма

Баъзи холларда ***l*** нинг катталигига боглик булган уша жадваллар китобида берилган тузатмалар трапеция роми улчамларига киритилади. Бу тузатмалар доим кушилади.

е) чзма когози варагида Дробишев чизгичи ёрдамида координаталар тугри чизилади. Чизгич булмаган такдирда координаталар тури бошка усулларда туширилиши мумкин. Координаталар туринг чизилиши албатта текширилади.

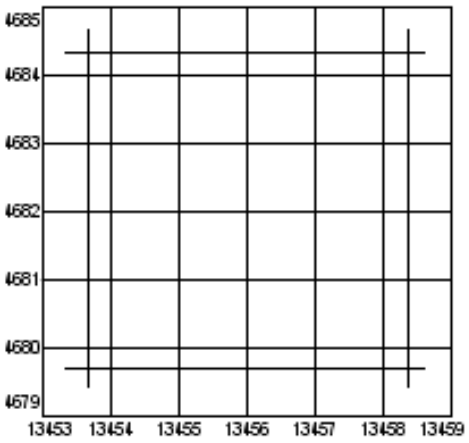
*Таблицы координат Гаусса-Крюгера и Таблицы размеров рамок и площадей трапеции топографических съёмок. - М.:Геодезиздат, 1963.
(шу жадвалларнинг 1947 йилдаги нашри хам мавжуд).

1-жадвал

B	L	L₀	L-L₀ =l			
		74°22’30”	74°26’15’’	74°30’00”
		75°00’00”		75°00’00”
		- 0°37’30”		- 0°30’00’’
		абциссалар X		
42°15’00’’		4 679 677,60	4 679643,6 - 1,9	4 679 609,50
42°17’30’’		4 684 306,00	4 684272,0 - 1,9	4 684 237,90
42°20’00’’		4 688 934,40	4 688900,4 - 1,9	4 688 866,30
		ординаталар У		
42°15’00’’		-51579,5	-46421,6	-41263,6
42°17’30’’		-51545,6	-46391	-41236,4
42°20’00’’		-51511,6	-46360,4	-41209,2
		Якуний кийматлар		
		абциссалар X		
42°15’00’’			4 679 641,70	4 679 609,50
42°17’30’’			4 684 270,10	4 684 237,90
		ординаталар У		
42°15’00’’			13 453 578,50	13 458 736,40
42°17’30’’			13 453 609,00	13 458 763,60
		Меридианлар якинлашиши **г**		
42°15’00’’		- 0°25’13”	- 0°22’42”	- 0°20’10’’
42°17’30’’		- 0°25’14”	- 0°22’43”	- 0°20’11’’
42°20’00’’		- 0°25’15”	- 0°22’41”	- 0°20’12’’
		$\mathbf{г}_{ур}$ = - 0°21’26”		

е) чзма когози варагида Дробишев чизгичи ёрдамида координаталар тугри чизилади. Чизгич булмаган тақдирда координаталар тури бошка усулларда туширилиши мумкин. Координаталар турининг чизилиши албатта текширилади.

ж) трапеция роми бурчаклари координаталар буйича туширилади. (15-чизма)



15-чизма

Штангенциркуль ёрдамида туширилган трапеция роминг улчамлари a_1, a_2, c, d лар улчаниб, жадваллардан олинган кийматларга солиштирилади. Агар фарк 0.2 мм дан ортик булса, трапеция роми кайтадан туширилади. Штангенциркуль булмаган тақдирда улчашни улчагич ва масштаб чизгичи ёрдамида бажариш мумкин.

Текширишдан сунг трапеция роми тавсия этилган топографик съёмкалар шартли белгилари жадвалидан фойдаланилган холда тущь билан безалади.

ЗИЧЛАШТИРИШ ТАРМОКЛАРИНИ МАТЕМАТИК ИШЛАБ ЧИКИШ

Бу ерда триангуляция методи билан барпо этиладиган зичлаштириш тармокларининг икки боскичдан иборат математик ишлаб чикиш куриб чикилади:

1) дастлабки хисоблашлар;

2) якуний хисоблашлар.

Биринчи боскичга улчанган йуналишларни пунктлар марказига келтириш ва учбурчаклардаги богланмасликлар (хатолар) оркали бурчак улчаш аниклигини бахолаш киради.

Дастлабки хисоблашларда куйидагилар бажарилади:

а) тармок схемасини тузиш;

б) учбурчакларнинг дастлабки ечими;

в) марказлаштириш ва редукция учун тузатмаларни хисоблаш;

г) улчанган йуналишларни пунктлар марказига келтириш;

д) учбурчаклардаги богланмасликлар оркали бурчак улчаш аниклигини бахолаш.

Иккинчи боскичда тармок куйилган талабларга боглик равишда хар хил усулларда тенглаштирилади ва пунктларнинг координаталари хисобланади.

Якуний хисоблашларда куйидагилар бажарилади:

а) тармокни тенглаштириш;

б) учбурчакларнинг якуний ечими;

г) пунктлар координаталарини хисоблаш.

Марказлаштириш ва редукция учун тузатмалар.

Марказлаштириш ва редукция учун тузатмалар мос равишда куйидаги формулалар билан хисобланади:

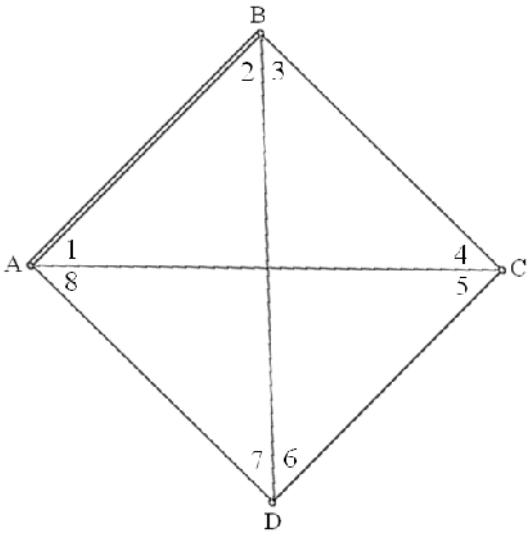
$$C'' = \frac{l\,Sin\,(M + \Theta)}{S}\rho''$$

$$r'' = \frac{l_1\,Sin\,(M + \Theta_1)}{S}\rho''$$

бу ерда $\boldsymbol{l}$, $\boldsymbol{l_1}$ - Марказлаштириш ва редукциянинг чизикли элементлари; $\boldsymbol{\Theta}$, $\boldsymbol{\Theta_1}$ - марказлаштириш ва редукциянинг бурчак элементлари; $\boldsymbol{M}$ - улчанган йуналиш; $\boldsymbol{\rho}''$ - радианнинг секунддаги киймати булиб, 206265" га тенг; **S** - пунктлар орасидаги масофа.

Тармок томонлари узунликларини дастлабки аниклаш, марказлаштириш ва редукция учун тузатмалар хисоблаш ва улчанган йуналишларини пунктлар марказига келтиришни аник бир мисолда куриб чикамиз.

Геодезик туртбурчакда (16-чизма) улчанган бурчаклар киймати, бошлангич томон узунлиги $\mathbf{S_{AB}}$, дирекцион бурчак (АВ) ва **А** нуктасининг кординаталари $\mathbf{X_A}$ ва $\mathbf{У_A}$ лар 2-жадвалда келтирилган.



16-чизма

2-жадвал

Бурчаклар сони	Бурчакларнинг улчанган кийматлари	Бошлангич маълумотлар
1	$37^{o}23'34''$	S_{AB} = 2682,45 м
2	$66^{o}34'55''$	(AB) = $49^{o}26'28''$
3	$47^{o}02'14''$	X_A = 54618,23 м
4	$28^{o}59'36''$	$У_A$ = 33108,20 м
5	$38^{o}03'21''$	
6	$65^{o}55'05''$	
7	$46^{o}39'00''$	
8	$29^{o}22'39''$	

Йирик масштабли карталар мавжуд булган тақдирда, **S** катталик карта буйича аникланиши мумкин. Бирок купинча у учбурчакларнинг дастлабки ечими билан аникланади. Зичлаштириш тармоклари учун **S** ни аниклаш хатоси 20 м дан ошмаслиги керак. Тармок томонларининг узунликлари учбурчакларнинг дастлабки ечимига синуслар теоремаси оркали аникланади. АВС учбурчаги учун синуслар теоремасига биноан томон узунликларини аниклаш формулалари куйидаги куринишда булади.

$$S_{BC} = D_1 \, Sin\, \beta_1 \; ; \qquad S_{AC} = D_1 \, Sin\, (\beta_2 + \beta_3).$$

бу ерда

$$D_1 = \frac{S_{AB}}{Sin\, \beta_4} = \frac{S_{BC}}{Sin\, \beta_1} = \frac{S_{AC}}{Sin\, (\beta_2 + \beta_3)}$$

Хисоблаш пайтида бурчаклар 1’ гача, томон узунликлари эса 10 м гача яхлитлаб олиниши мумкин.

Хисоблашлар тригонометрик функциялари бор булган барча микрокалькуляторлар ёрдамида бажарилиши мумкин. Тармок учбурчакларининг ечилишида хисоблашлар ёндош учбурчаклар учун умумий булган томон узунликларининг мос келиши оркали текширилади.

Тармок учбурчакларининг дастлабки ечилиши натижаси 3-жадвалда келтирилган.

Марказлаштириш ва редукция учун тузатмаларни хисоблаш натижалари 4, 5, 6, ва 7-жадвалларда курсатилган. Бу хисоблашларда улчанган йуналишларнинг киймати 1’ гача, тузатмалар С” ва r” эса 0,1’ аникликгача яхлитланади. Тузатмаларнинг ишоралари $\boldsymbol{M+\Theta}$ ва $\boldsymbol{M+\Theta_1}$ ларнинг катталигига боглик равишда 0^o - 180^o ораликда мусбат, 180^o - 360^o ораликда манфий булади.

3-жадвал

Учбурчаклар номи	Пунктлар номи	Бурчаклар сони	Бурчаклар киймати	Бурчаклар синуси	Томонлар узунлиги, метр
ABC	C	4	29°00’	0,485	2680
	B	2 + 3	113°37’	0,916	5060
	A	1	37°23’	0,607	3350
			180°00'		**D_1 = 5526**
BCD	D	6	65°55’	0,913	3350
	C	4 + 5	67°03’	0,921	3380
	B	3	47°02’	0,732	2690
			180°00'		**D_2 = 3669**
CDA	A	8	29°23’	0,491	2690
	D	6 + 7	112°34’	0,923	5060
	C	5	38°03’	0,616	3380
			180°00'		**D_3 = 5479**
DAB	B	2	66°35’	0,918	3380
	A	1 + 8	66°46’	0,919	3380
	D	7	46°39’	0,727	2680
			180°00'		**D_4 = 3682**

4-жадвал

Белгилар	A пункти		
	l =0,024 м l_1=0,105 м Θ=34°00’ $Θ_1$=84°00’ K=$l\ \rho$ ”=4960 K=$l_1\rho$ ”=21700 B пунктига.		
	B	C	D
M	0°00’	37°24’	66°46’
S	2680	5060	3380
Θ	34°00’	34°00’	34°00’
M+Θ	34°00’	71°24’	100°46’
Sin (M+Θ)	0,559	0,948	0,982
K : S	1,851	0,980	1,467
C”	+ 1,0”	+ 0,9”	+ 1,4”
Θ	84°00’	84°00’	84°00’
M+$Θ_1$	84°00’	121°24’	150°46’
Sin (M+$Θ_1$)	0,995	0,854	0,488
K_1 : S	8,097	4,289	6,42
r”	+ 8,1”	+ 3,7”	+ 3,1”

5-жадвал

Белгилар	B пункти		
	l = 0,031 м l_1 = 0 м Θ = 151°00’ Θ_1 = 0° K=$l\ \rho$ ” = 6400 K=$l_1 \rho$ ” = 0 C пунктига.		
	C	D	A
M	0°00’	47°02’	113°37’
S	3350	3380	2680
Θ	151°00’	151°00’	151°00’
M+Θ	151°00’	198°02’	264°37’
Sin (M+Θ)	-0,485	-0,310	-0,996
K : S	1,910	1,893	2,388
C”	+ 0,9”	- 0,6”	- 2,4”
r”	—	—	—

Эслатма: Редукция элементлари $\boldsymbol{l_1}$ ва $\boldsymbol{\Theta_1}$ нолга тенг булганлиги сабабли редукция учун тузатмалар йук.

6-жадвал

Белгилар	C пункти		
	l = 0,051 м l_1 = 0,083 м Θ = 29°00’ Θ_1 = 134°00’ K=$l\ \rho$ ”=10510 K=$l_1 \rho$ ”=17100 D пунктига.		
	D	A	B
M	0°00’	38°03’	67°03’
S	2690	5060	3350
Θ	29°00’	29°00’	29°00’
M+Θ	29°00’	67°03’	96°03’
Sin (M+Θ)	0,485	0,921	0,994
K : S	3,907	2,077	3,137
C”	+ 1,9”	+ 1,9”	+ 3,1”
Θ	134°00’	134°00’	134°00’
M+Θ_1	134°00’	172°24’	201°03’
Sin (M+Θ_1)	0,719	0,138	0,359
K_1 : S	6,357	3,379	5,104
r”	+ 4,6”	+ 0,5”	- 1,8”

7-жадвал

Белгилар	D пункти		
	l = 0 м l_1 = 0,039 м $\Theta = 0^o$ $\Theta_1 = 51^o00''$ K=$l\ \rho''$ = 0 K=$l_1\rho''$ = 8040 А пунктига.		
	A	B	C
M	$0^o00'$	$46^o39'$	$112^o34'$
S	3380	3380	2690
C”	—	—	—
Θ	$51^o00'$	$51^o00'$	$51^o00'$
M+Θ	$51^o00'$	$97^o39'$	$163^o34'$
Sin (M+Θ)	0,777	0,991	0,283
K : S	2,379	2,379	2,989
r”	+ 1,8”	+ 2,4”	+ 0,8”

Эслатма: Марказлаштириш элементлари $\boldsymbol{l}$ ва $\boldsymbol{\Theta}$ нолга тенг, шу сабабли марказлаштириш учун тузатмалар булмайди.

Марказлаштириш ва редукция учун тузатмаларни хисоблангандан кейин улчанган йуналишлар марказига келтирилади. Шуни яхши эсда тутиш керакки бунда марказлаштириш учун тузатмалар кузатиш бажарилган пунктдаги хисоблашлардан, редукция учун тузатмалар эса кузатилган пунктлардаги хисоблашлардан олиниши керак. Масалан, А пунктдаги улчанган А-В, А-С ва А-D йуналишларга марказлаштириш учун тузатмалар мос равишда +1,0'', +0,9” ва +1,4” га; редукция учун тузатмалар эса мос равишда (-), +0,5” ва +1,8” га тенг булади.

Улчанган йуналишлар марказлаштириш ва редукция учун тузатмалар киритилмасдан яъни йуналишлар пунктлар марказига келтирилмасдан аввал узгартирилиб, бошлангич йуналиш $0^o00'00''$ га тенг килиб олинади. Агар бу йуналишларга марказлаштириш ва редукция учун тузатмалар $(C+r)''_{\boldsymbol{i}}$ киритилса, бошлангич йуналиш нолдан фаркли булиб колади. Бунда бурчакларни йуналишлар айирма тарзида хисоблаш нокулай. Шунинг учун марказлаштириш ва редукция учун тузатмалар улчанган йуналишларга киритилишидан олдин куйидаги формула билан келтириб олинади.

$$(C+r)''_{\boldsymbol{i}\ кел.} = (C+r)''_{\boldsymbol{i}} - (C+r)''_{\boldsymbol{o}}$$

Бу тузатмалар улчанган йуналишларга киритилгандан кейин пунктлар марказига келтирилган йуналишлар хосил булади.

Пунктлар марказига келтирилган йуналишларни хисоблаш 8-жадвалда курсатилган.

8-жадвал

Пунктлар	Кузати-лаётган пунктлар	Улчанган йуналишлар	Тузатмалар				Келтирилган йуналишлар
			C”	r”	$(C+r)”_i$	$(C+r)”_{i\ кел}$	
A	B	0°00’00”	+ 1,0”	-	+ 1,0”	0	0°00’00”
	C	37°23’34”	+ 0,9”	+ 0,5”	+ 1,4”	+ 0,4”	37°23’34”
	D	66°46’13”	+ 1,4”	+ 1,8”	+ 3,2”	+ 2,2”	66°46’15”
B	C	0°00’00”	+ 0,9”	- 1,8”	- 0,9”	0	0°00’00”
	D	47°02’14”	- 0,6”	+ 2,4”	+ 1,8”	+ 2,7”	47°02’17”
	A	113°37’09”	- 2,4”	+ 8,1”	+ 5,7”	+ 6,6”	113°37’16”
C	D	0°00’00”	+ 1,9”	+ 0,8”	+ 2,7”	0	0°00’00”
	A	38°03’21”	+ 1,9”	+ 3,7”	+ 5,6”	+ 2,9”	38°03’24”
	B	67°02’57”	+ 3,1”	-	+ 3,1”	+ 0,4”	67°02’57”
D	A	0°00’00”	-	+ 3,1”	+ 3,1”	0	0°00’00”
	B	46°39’00”	-	-	-	- 3,1”	46°38’57”
	C	112°34’05”	-	+ 4,6”	+ 4,6”	+ 1,5”	112°34’06”

Эслатма: Келтирилган йуналишлар 1” гача яхлитлаб олинади.

Келтирилган йуналишлар буйича геодезик туртбурчакнинг келтирилган бурчаклари хисобланади. (9-жадвалга каралсин). Бурчак улчаш аниклигини бахолаш учун учбурчаклардаги бурчак богланмаслиги хисобланиб, унинг чекли киймати билан солиштириб курилади.

Учбурчаклардаги бурчак богланмасликлари куйидаги ифодалардан топилади:

$$w_1 = 1 + 2 + 3 + 4 - 180^o = +23”;$$
$$w_2 = 3 + 4 + 5 + 6 - 180^o = +23”;$$
$$w_3 = 5 + 6 + 7 + 8 - 180^o = +11”;$$
$$w_4 = 1 + 2 + 7 + 8 - 180^o = w_1 + w_3 - w_2 = +11”$$

Бурчак богланмаслигининг чекли кийматини куйидаги формула билан хисобланади:

$$w_{чекли} = 2{,}5\, m_\beta \sqrt{n}$$

бу ерда m_β - бурчак улчаш хатоси (2-разрядли зичлаштириш тармоклари учун 10”); n - учбурчакдаги бурчаклар сони (геодезик туртбурчакнинг учбурчакларида 4).

Демак бурчак богланмаслигининг чекли киймати 50” га тенг. Учбурчаклардаги бурчак богланмаслиги чекли кийматлари ортик булмаслиги керак.

Курилаётган мисолдаги бурчак богланмасликлари бу шартни каноатлантиради.

ГЕОДЕЗИК ТУРТБУРЧАКНИ ТЕНГЛАШТИРИШ.

Умуман тенглаштириш дейилганда катталикларнинг улчанган кийматларини назарий кийматларга мос келтириш тушунилади.

Тенглаштириш соддалаштирилган ва катъий усулларда бажарилиши мумкин. Катъий улусда тенглаштириш энг кичик квадратлар принципи асосида олиб борилади. Катъий усулда тенглаштириш катъий тенглаштиришнинг узига ва гурухли (икки гурухли, уч гурухли) тенглаштиришларга булинади.

Соддалаштирилган усулда хам тенглаштириш кисман энг кичик квадратлар принципи асосида олиб борилади, бирок хисоблаш жараёнини кискартириш максадиза баъзи бир соддалаштиришларга йул куйилади. Катъий ва соддалаштирилган усулларда тенглаштириш натижалари бир-биридан кам фарк килади.

А) Соддалаштирилган усулда тенглаштириш

Геодезик туртбурчакни соддалаштирилган усулда тенглаштириш куйидаги кетма-кетликда бажарилади:

а) шакллар шарти учун тузатмаларнинг шартли тенгламалари тузилади.

$$(1) + (2) - (5) - (6) + w_1 = 0;$$

$$(3) + (4) - (7) - (8) + w_2 = 0;$$

$$(1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6) + (7) + (8) + w_3 = 0;$$

б) шакллар шарти учун тузатмалар шартли тенгламаларининг озод хадлари аникланади

$w_1 = 1 + 2 - 5 - 6;$

$w_2 = 3 + 4 - 7 - 8;$

$w_3 = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6\ 7 + 8 - 360^o;$

в) бирламчи тузатмалар куйидаги формулалар билан топилади ва улар шартли тенгламаларга куйилиб текширилади.

$$(1)^1 = (2)^1 = -\frac{w_3}{8} - \frac{w_2}{4}; \qquad (5)^1 = (6)^1 = -\frac{w_1}{8} - \frac{w_2}{4};$$

$$(3)^1 = (4)^1 = -\frac{w_3}{8} - \frac{w_2}{4}; \qquad (7)^1 = (8)^1 = -\frac{w_1}{8} - \frac{w_2}{4}.$$

г) бирламчи тузатмалар келтирилган бурчакларга киритилади ва тузатилган бурчаклар буйича бурчак синуслари логарифмлари, бурчак 1” га орттирилганда бурчак синуси логарифмларини узгариши **δ**, кутб шартли тенгламасининг озод хади $w_к$ аникланади.

$$w_к - \sum lg\ Sin\ \beta_{2n-1} - \sum lg\ Sin\ \beta_{2n}$$

Агар бурчак киймати 90^o дан катта булса, **δ** нинг киймати манфий ишора билан олинади. Бурчак синуслари логарифмларини аниклашда етти хонали логарифмлар жадвалларидан* ёки микрокалькуляторлардан фойдаланилади.

д) иккиламчи тузатмалар куйидаги формула билан аникланади.

$$(1)^{II} + (3)^{II} + (5)^{II} + (7)^{II} - (2)^{II} - (4)^{II} - (6)^{II} - (8)^{II} = -\frac{w_к}{\sum\delta}$$

е) иккиламчи тузатмалар бирламчи тузатмалар билан тузатилган бурчакларга киритилиб, бурчакларнинг тенглаштирилган кийматлари топилади. Тенглаштирилган бурчаклар синусларининг логарифмлари куйидаги шартни каноатлантириши керак.

$$\sum lg\ Sin\ \beta'_{2n-1} - \sum lg\ Sin\ \beta'_{2n} = 0$$

яъни кутб шартли тенгламасининг озод хади нолга тенг булиши керак. Унинг нолдан фарки логарифмнинг олтинчи хонасида 10 (еттинчи хонасида 100) бирликкача рухсат этилади.

Геодезик туртбурчакнинг соддалаштирилган усулда тенглаштириш натижалари 9-жадвалда келтирилган.

Б) Икки гурухли усулда тенглаштириш.

Геодезик туртбурчакни бу усулда тенглаштиришда шакллар шартли тенгламалари биринчи гурухга, кутб шартли тенгламаси иккинчи гурухга ажратилади. Биринчи гурух шартли тенгламаларининг ечимидан бирламчи тузатмалар, иккинчи гурух шартли тенгламасининг ечимидан иккиламчи тузатмалар аникланади.

Бирламчи тузатмалар соддалаштирилган усулда курсатилган формулалар буйича хисобланади. Демак хисоблаш тиртиби «г» пунктгача бир хил.

Тенглаштириш куйидагича давом эттирилади:

д) иккинчи гурухнинг узгартирилган шартли тенгламаси коэффицентлари хисобланади.

$A_1 = \delta_1 + K_1 + K_2$; $A_5 = \delta_5 + K_1 - K_2$;

$A_2 = -\delta_2 + K_1 + K_2$; $A_6 = -\delta_6 + K_1 - K_2$;

$A_3 = \delta_3 + K_1 + K_3$; $A_7 = \delta_7 + K_1 - K_3$;

$A_4 = -\delta_4 + K_1 + K_3$; $A_8 = -\delta_8 + K_1 - K_3$;

бу ерда

$$K_1 = \frac{\delta_2 + \delta_4 + \delta_6 + \delta_8 + \delta_1 - \delta_3 - \delta_5 - \delta_7}{8}$$

$$K_2 = \frac{\delta_2 + \delta_5 - \delta_1 - \delta_6}{4}$$

$$K_3 = \frac{\delta_4 + \delta_7 - \delta_3 - \delta_8}{4}$$

Текшириш: $\sum A = 0$.

Бурчаклар сони	Келтирилган бурчаклар	Бирламчи тузатмалар	Бирламчи тузатилган бурчаклар	Бирламчи тузатилган бурчаклар синуслари логарифми	δ_i (10^{-7})	Иккиламчи тузатмалар	Иккиламчи тузатилган бурчаклар	Иккиламчи тузатилган бурчаклар синуслари логарифми
1	$37^o23'34''$	- 4''	$37^o23'30''$	9,7833748	27,6	- 1''	$37^o23'29''$	9,7833721
2	$66^o34'59''$	- 4''	$66^o34'55''$	9,9626673	9,1	+ 1''	$66^o34'56''$	9,9626682
3	$47^o02'17''$	- 7''	$47^o02'10''$	9,8643825	19,6	- 1''	$47^o02'09''$	9,8643805
4	$28^o59'33''$	- 8''	$28^o59'25''$	9,6854382	38	+ 1''	$28^o59'26''$	9,6854420
5	$38^o03'24''$	- 4''	$38^o03'20''$	9,7898804	26,9	- 1''	$38^o03'19''$	9,7898777
6	$65^o55'09''$	- 4''	$65^o55'05''$	9,9604530	9,4	+ 1''	$65^o55'06''$	9,9604540
7	$46^o38'57''$	- 1''	$46^o38'56''$	9,8616303	19,9	- 1''	$46^o38'55''$	9,8616284
8	$29^o22'41''$	- 2''	$29^o22'39''$	9,6906935	37,5	+ 1''	$29^o22'40''$	9,9606972
	$360^o00'34''$	- 34''	$360^o00'00''$	39,2992680 39,2992520	188		$360^o00'00''$	39,2992587 39,2992614

$w_1 = 0$

$w_2 = + 12''$

$w_3 = + 34''$

$w_к = + 110\ (10^{-7})$

$w'_к = - 27\ (10^{-7})$

10-жадвал

Геодезик туртбурчакни икки гурухли усулда тенглаштириш

Бурчаклар сони	Келтирилган бурчаклар	Бирламчи тузатмалар	Бирламчи тузатилган бурчаклар	Бирламчи тузатилган бурчаклар синуслари логарифми	δ_i (10^{-7})	A_i	Иккиламчи тузатмалар	Иккиламчи тузатилган бурчаклар	Иккиламчи тузатилган бурчаклар синуслари логарифми
1	37°23’34”	- 4,2”	37°23’29,8”	9,7833748	27,6	+ 27,6	- 0,5”	37°23’29”	9,7833721
2	66°34’59”	- 4,3”	66°34’54,7”	9,9626673	9,1	- 9,1	+ 0,2”	66°34’55”	9,9626673
3	47°02’17”	- 7,2”	47°02’09,8”	9,8643825	19,5	+ 19,7	- 0,3”	47°02’10”	9,8643825
4	28°59’33”	- 7,3”	28°59’25,7”	9,6854382	37,9	- 37,7	+ 0,6”	28°59’26”	9,6854420
5	38°03’24”	- 4,2”	38°03’19,8”	9,7898804	26,9	+ 26,9	- 0,5”	38°03’19”	9,7898777
6	65°55’09”	- 4,3”	65°55’04,7”	9,9604530	9,4	- 9,3	+ 0,2”	65°55’05”	9,9604530
7	46°38’57”	- 1,2”	46°38’55,8”	9,8616303	19,9	+ 19,6	- 0,3”	46°38’56”	9,8616303
8	29°22’41”	- 1,3”	29°22’39,7”	9,6906935	37,4	- 37,7	+ 0,6”	29°22’40”	9,9606972
	360°00’34”	- 34”	360°00’00,0”	39,2992661 39,2992568				360°00’00”	39,2992626 39,2992595

$w_к$ = + 93 (10^{-7})

$w'_к$ = + 31 (10^{-7})

$w_1 = 0$ $K_1 = - 0,025$

w_2 = + 12” $K_2 = 0$

w_3 = + 34” $K_3 = 0,225$

$$K = - \frac{w_к}{\sum A^2} = - \frac{93}{5270} = - 0,0176$$

Эслатма: Тенглаштирилган бурчаклар бутун секундларгача яхлитланганлиги сабабли ток ва жуфт бурчаклар синуслари логарифмлари йигиндиси логарифмнинг еттинчи хонасида +31 бирликка фарк килган.

е) иккиламчи тузатмалар аникланади

$(1)^{II} = KA_1$; $(3)^{II} = KA_3$; $(5)^{II} = KA_5$; $(7)^{II} = KA_7$;

$(2)^{II} = KA_2$; $(4)^{II} = KA_4$; $(6)^{II} = KA_6$; $(8)^{II} = KA_8$.

бу ерда

$$K = - \frac{w_к}{\sum A^2}$$

Текшириш: $\sum (i)^{II} = 0$, яъни иккиламчи тузатмаларнинг алгебраик йигирдиси нолга тенг булиши керак.

ж) иккиламчи тузатмалар бирламчи тузатмалар билан тузатилган бурчакларга киритилиб, бурчакларнинг тенглаштирилган кийматлари топилади ва уларнинг синуслари логарифмлари аникланади. Бу ерда хам худи соддалаштирилган усулдагидек тенглаштирилган бурчаклар синусларининг логарифмлари куйидаги шартни каноатлантириши керак.

$$\sum lg\ Sin\ \beta'_{2n-1} - \sum lg\ Sin\ \beta'_{2n} = 0$$

Нолдан фаркли логарифмнинг олтинчи хонасида 10 бирликдан ортик булмаслиги керак.

Геодезик туртберчакни икки гурухли усулда тенглаштириш натижалари 10-жадвалда курсатилган.

Пунктларнинг координаталарини хисоблаш.

Геодезик туртбурчакнинг бурчаклари тенглаштириб булгандан сунг учбурчакларнинг якуний (тугалланган) ечимини бажариш зарур. Бунда бурчакларнинг икки гурухли усулда тенглаштирилган кийматлари (10-жадвал) олинади.

АВ чизигининг берилган дирекцион бурчаги (АВ) ва А пунктининг координаталари $\boldsymbol{X_A}$, $\boldsymbol{У_A}$ лардан фойдаланиб, куйида келтирилган формулалар оркали колган пунктларнинг кординаталари хисобланади.

$X_B = X_A + S_{AB}\ Cos\ (AB)$; $У_B = У_A + S_{AB}\ Sin\ (AB)$;

$X_D = X_A + S_{AD}\ Cos\ (AD)$; $У_D = У_A + S_{AD}\ Sin\ (AD)$;

$X_C = X_B + S_{BC}\ Cos\ (BC)$; $У_C = У_B + S_{BC}\ Sin\ (BC)$;

$X_C = X_D + S_{DC}\ Cos\ (DC)$; $У_C = У_D + S_{DC}\ Sin\ (DC)$.

Хисоблашлар икки марта аникланган Хс ва Ус кийматларнинг тенг келиши билан текширилади.

Учбурчакларнинг якуний ечими 11-жадвалда пунктлар координаталарини хисоблаш 12-жадвалда келтирилган.

11-жадвал

Учбурчаклар номи	Пунктлар номи	Бурчаклар сони	Тенглаштирилган бурчаклар	Бурчаклар синуси	Томонлар узунлиги, метр
ABC	C	4	$28^o59'26''$	0,4846654	2682,45
	B	2 + 3	$113^o37'05''$	0,9162365	5071,04
	A	1	$37^o23'29''$	0,6072564	3360,95
			$180^o00'00''$	**D_1 =**	**5534,64**
BCD	D	6	$65^o55'05''$	0,9129628	3360,95
	C	4 + 5	$67^o02'45''$	0,9208171	3389,87
	B	3	$47^o02'10''$	0,7317833	2693,96
			$180^o00'00''$	**D_2 =**	**3681,37**
CDA	A	8	$29^o22'40''$	0,4905658	2693,96
	D	6 + 7	$112^o34'01''$	0,9234317	5071,06
	C	5	$38^o03'19''$	0,6164214	3385,10
			$180^o00'00''$	**D_3 =**	**5491,54**
DAB	B	2	$66^o34'55''$	0,9176294	3385,10
	A	1 + 8	$66^o46'09''$	0,9189232	3389,87
	D	7	$46^o38'56''$	0,7271606	2682,47
			$180^o00'00''$	**D_4 =**	**3688,96**

12-жадвал

Белгилар	Таянч пунктлар			
	A	A	B	D
	Аникланаётган пунктлар			
	B	D	C	C
α *таянч*	$49^o26'28''$	$49^o26'28''$	$229^o26'28''$	$296^o12'37''$
$(\pm)\beta$	-	$+ 66^o46'09''$	$- 113^o37'05''$	$+112^o34'01''$
α *аник*	$49^o26'28''$	$116^o12'37''$	$115^o49'23''$	$48^o46'38''$
X аник	56362,44	53123,14	54898,43	54898,43
X таянч	54618,23	54618,23	56362,44	53123,14
S	2662,45	3386,10	3360,95	2693,96
У таянч	33168,20	33108,20	35146,16	36145,24
У аник	35146,16	36145,24	38171,50	38171,51

ГЕОДЕЗИК КЕСТИРМАЛАР

Геодезик ишлаб чикаришда масалан, съёмка тармокларини барпо килишда, аэросуратларни планли (координаталар буйича) боглашда ва турли инженер - геодезик масалаларни ечишда кестирмалар кенг кулланилади.

Кестирмаларнинг фазилатлари шундан иборатки, пунктлар координаталарини аниклаш учун факат бурчакларни улчаш ёки чизиклар узунлигини улчаш кифоя.

Геодезик кестирмалар **бурчакли** кестирма, **чизикли** кестирма ва **чизикли-бурчакли** кестирмаларга булинади.

Бурчакли кестирмалар уз навбатида тугри ва тескари кестирмаларга булинади.

Тугри кестирма.

Тугри кестирманинг мохияти шундан иборатки, бунда иккита таянч пунктининг маълум координаталари ва шу пунктларда улчанган бурчаклар буйича учинчи бир пунктнинг координаталари аникланади.

Координаталарнинг аникланишини текшириш учун яна учинчи таянч пунктида хам бурчак улчанади. (17-чизма). Аникланаётган пункт кошидаги γ_1 ва γ_2 бурчакларининг киймати 30^o - 150^o оралигида булиши керак. Акс холда координатани хисоблаш аниклиги камаяди.

Агар таянч пунктлар орасида узаро куриниш булмаса тугри кестирма масаласи дирекцион берчаклар оркали Гаусс формулалари билан ечилади. Таянч пунктлар орасида куриниш мавжуд холларда Юнг формулалари кулланилади.

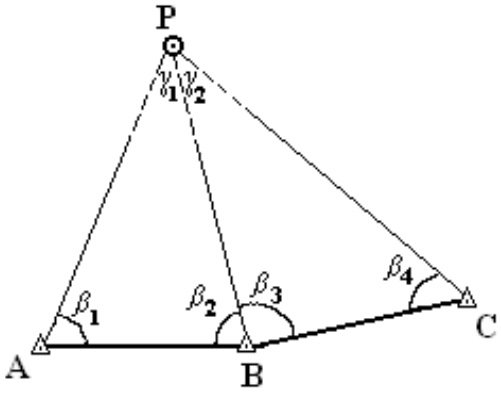
17-чизмага тегишли Юнг формулалари куйидаги куринишда ёзилади.

$$X = \frac{X_A\, Ctg\,\beta_2 + X_B\, Ctg\,\beta_1 + У_B - У_A}{Ctg\,\beta_1 + Ctg\,\beta_2};$$

$$У = \frac{У_A\, Ctg\,\beta_2 + У_B\, Ctg\,\beta_1 + X_A - X_B}{Ctg\,\beta_1 + Ctg\,\beta_2};$$

$$X = \frac{X_B\, Ctg\,\beta_4 + X_C\, Ctg\,\beta_3 + У_C - У_B}{Ctg\,\beta_3 + Ctg\,\beta_4};$$

$$У = \frac{У_B\, Ctg\,\beta_4 + У_C\, Ctg\,\beta_3 + X_B - X_C}{Ctg\,\beta_3 + Ctg\,\beta_4}.$$



17-чизма

Бошлангич маълумотлар

Пунктлар	Координаталар		Бурчаклар *вi*
	X	У	
A	3223,61	807,63	103°19’34”
B	3329,83	2811,81	38°39’17”
C	6638,17	2290,17	26°50’16”
			92°34’08”

Тугри кестирмани Юнг формулалари ёрдамида ечишга мисол 13-жадвалда курсатилади.

13-жадвал

Пунктлар	Бурчаклар	X	$\frac{Ctg\,\beta_2}{Ctg\,\beta_1}$	$\frac{Ctg\,\beta_4}{Ctg\,\beta_3}$	У
			$Ctg\,\beta_1 + Ctg\,\beta_2$	$Ctg\,\beta_3 + Ctg\,\beta_4$	
A	103°19’34”	3823,61	1,250227		807,63
B	38°39’17”	3329,83	-0,236871		2811,81
P		5927,66	1,013356		823,86
B	26°50’16”	3329,83		-0,044865	2822,81
C	92°34’08”	6638,17		1,976430	2290,17
P		5927,64		1,931565	823,88
	$X_{ур}$ = 5927,65			$У_{ур}$ = 823,87	

Тескари кестирма

Тескари кестирманинг мохияти туртинчи бир нуктанинг (пунктнинг) координаталарини учта таянч пунктлар координаталари ва аникланаётган нуктада улчанган иккита бурчак оркали аниклашдан иборат (18-чизма). Текшириш учун P нуктасининг координаталари туртта таянч пунктлари

буйича аникланади. Купинча тескари бурчак кестирмаси Потенот масаласи деб юритилади. Потенот масаласини ечиш учун жуда куп формулалар мавжуд.

Куйида 18-чизмага мос келадиган Деламбр формуласи берилган. Деламбр формуласи (1-формула) ёрдамида АР йуналишининг дирекцион бурчаги (АР) аниклангандан сунг 2 ва 3-формулалар оркали ВР ва СР йуналишларининг дирекцион бурчаклари (ВР) ва (СР) аникланади. Р нуктасининг координаталари Гаусс формулалари ёрдамида хисобланади (4, 5 ва 6-формулалар).

$$1)\ tg\,(\text{АР}) = \frac{(\text{У}_\text{В} - \text{У}_\text{А})\,Ctg\,\beta_1 \quad + \ (\text{У}_\text{А} - \text{У}_\text{С})\,Ctg\ (\beta_1 + \beta_2) + \text{X}_\text{С} - \text{X}_\text{В}}{(\text{X}_\text{В} - \text{X}_\text{А})\,Ctg\,\beta_1 \quad + \ (\text{X}_\text{А} - \text{X}_\text{С})\,Ctg\ (\beta_1 + \beta_2) + \text{У}_\text{С} - \text{У}_\text{В}} = \frac{\Delta\text{У}}{\Delta\text{X}};$$

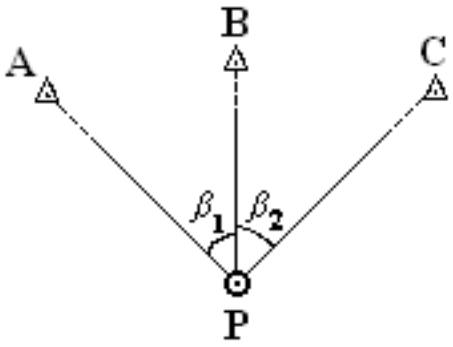
$$2)\ (\text{ВР}) = (\text{АР}) + \beta_1; \qquad 3)\ (\text{СР}) = (\text{АР}) + (\beta_1 + \beta_2);$$

$$4)\ \text{X} = \frac{\text{X}_\text{А}\,tg\ (\text{АР}) - \text{X}_\text{В}\,tg\ (\text{ВР}) + \text{У}_\text{В} - \text{У}_\text{А}}{tg\ (\text{АР}) - tg\ (\text{ВР})};$$

$$5)\ \text{У} = \text{У}_\text{А} + (\text{X} - \text{X}_\text{А})\,tg\ (\text{АР});$$

$$6)\ \text{У} = \text{У}_\text{С} + (\text{X} - \text{X}_\text{С})\,tg\ (\text{СР}) \qquad \text{(текшириш учун).}$$

Хисоблаш машиналарининг (микрокалкуляторларнинг) имкониятларидан фойдаланилган холда Потенот масаласини ечишга мисол 14-жадвалда келтирилган. Бунда кавслар ичидаги ракамлар билан иш тартиби курсатилган.



18-чизма

Бошлангич маълумотлар

Пунктлар	Координаталар		Бурчаклар *вi*
	X	У	
A	5953,24	13781,94	$63^{o}40'22''$
B	8255,03	10716,34	$69^{o}10'20''$
C	11494,85	12779,72	

14-жадвал

Пунктлар		X_A X_B X_C X		$У_A$ $У_B$ $У_C$ У	β_1 $(\beta_1 + \beta_2)$ $\Delta У$ Δ		(AP) (BP) (CP)	
A	(1)	5953,24	(4)	13781,94	(7)	$63^o40'22''$	(11)	$10^o39'32''$
B	(2)	8255,63	(5)	10716,34	(8)	$132^o50'42''$	(12)	$74^o19'54''$
C	(3)	11494,85	(6)	12779,72	(9)	+ 793,06	(13)	$143^o30'14''$
P	(14)	9291,12	(15)	14410,16	(10)	+ 4215,27		
			(16)	14410,16				

Чизикли кестирма

Чизикли кестирмада учинчи бир нуктанинг координаталари иккита таянч пунктлар координаталари ва таянч пунктлардан аникланаётган пунктгача улчанган масофалар буйича аникланади. Р нуктасининг (пунктининг) координаталари тугри аникланганини текшириш учун чизикли кестирма учта таянч пунктлари буйича бажарилади ва учинчи масофа улчанади (19-чизма). Р пункти кошидаги γ_1 ва γ_2 бурчаклар киймати худи тугри кестирмадагидек 30^o - 150^o оралигида булиши керак. Чизикли кестирмада масофалар электромагнит дальномерлар, аниклиги оширилган куш тасвирли оптик дальномерлар, ленталар ва рулеткалар ёрдамида улчаниши мумкин.

Чизикли кестирма масаласини ечиш учун куйидаги формулалар тавсия этилади.

1) $l_1 = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (У_B - У_A)^2}$

2) $l_2 = \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (У_C - У_B)^2}$

3) $q_1 = \dfrac{l^2_1 + S^2_1 - S^2_2}{2l_1}$

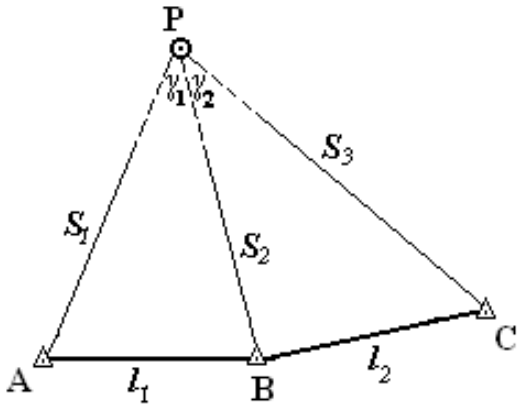
4) $q_1 = \dfrac{l^2_2 + S^2_2 - S^2_3}{2l_2}$

5) $h_1 = \sqrt{S_1^2 - q_1^2}$

6) $h_2 = \sqrt{S_2^2 - q_2^2}$

7) $X=X_A+\dfrac{q_1(X_B-X_A)+h_1(У_B-У_A)}{l_1}$; 8) $У=У_A+\dfrac{q_1(У_B-У_A)-h_1(X_B-X_A)}{l_1}$;

9) $X=X_B+\dfrac{q_2(X_C-X_B)+h_2(У_C-У_B)}{l_2}$; 10) $У=У_B+\dfrac{q_2(У_C-У_B)-h_2(X_C-X_B)}{l_2}$.



19-чизма

Бошлангич маълумотлар

Пунктлар	Координаталар		Масофалар
	X	У	
A	5181,25	1718,24	1363,65
B	5195,16	2918,42	807,74
C	5078,42	3719,24	1290,36

Чизикли кестирмани ечишга мисол 15-жадвалда берилган, кавслар ичида иш тартиби курсатилган.

Юкорида келтирилган формулалар 19-чизмада курсатилган чизикли кестирмага тааллукли. Агар таянч пунктлар А, В ва С соат милининг юриши буйича жойлашган булоса, 7, 8, 9, ва 10-формулаларда h_1 олдидаги ишора тескари ишора билан алмаштирилади.

15-жадвал

(1) S_1	1363,65	(4) X_A	5181,25	(7) $У_A$	1718,24
(2) S_2	807,74	(5) X_B	5195,16	(8) $У_B$	2918,42
(3) S_3	1290,36	(6) X_C	5078,42	(9) $У_C$	3719,24
(10) l_1	1200,26	(10) q_1	1102,98	(10) h_1	801,86
(11) l_2	809,28	(11) q_2	220,97	(11) h_2	776,93
(16) X	5995,84	(16) У	2811,85	(16) $X_{ур}$	5995,84
(17) X	5995,84	(17) У	2811,83	(17) $У_{ур}$	2811,84

НИВЕЛИР ЙУЛЛАРИ СИСТЕМАСИНИ ПРОФ. В.В.ПОПОВНИНГ ПОЛИГОНЛАР УСУЛИДА ТЕНГЛАШТИРИШ

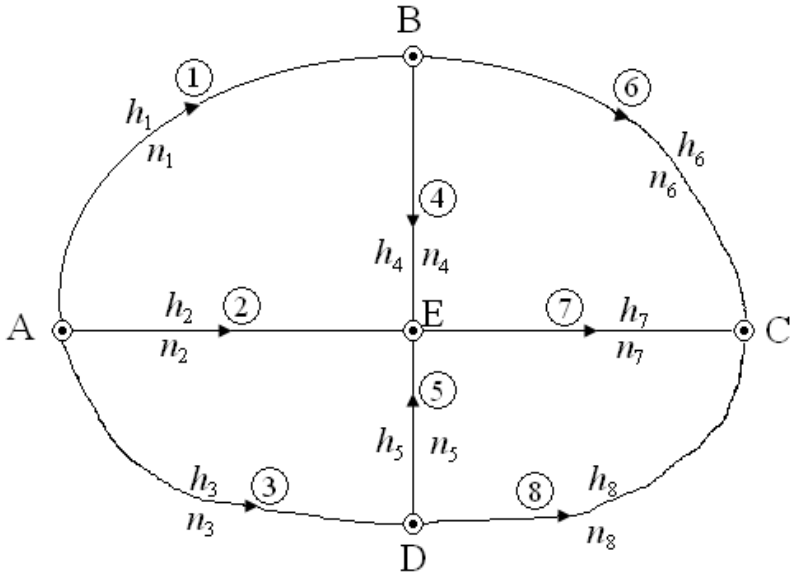
(Кизил сонлар усули)

Планли ва баландлик, озод ва ноозод съёмка тармокларини тенглаштиришда турли усуллар кулланилади. Бу усуллар хисоблаш жараёнини соддалаштиради ва кискартиради. Шунингдек, баландлик тармокларини тенглаштиришда бу усуллар катъий деб хисобланади.

Бу усуллардан бири проф. В.В.Попов томонидан тавсия этилган полигонлар (кизил сонлар) усулидир.

Озод нивелир йуллари системасини проф. В.В.Поповнинг полигонлар усулида тенглаштириш куйидаги кетма кетликда олиб борилади:

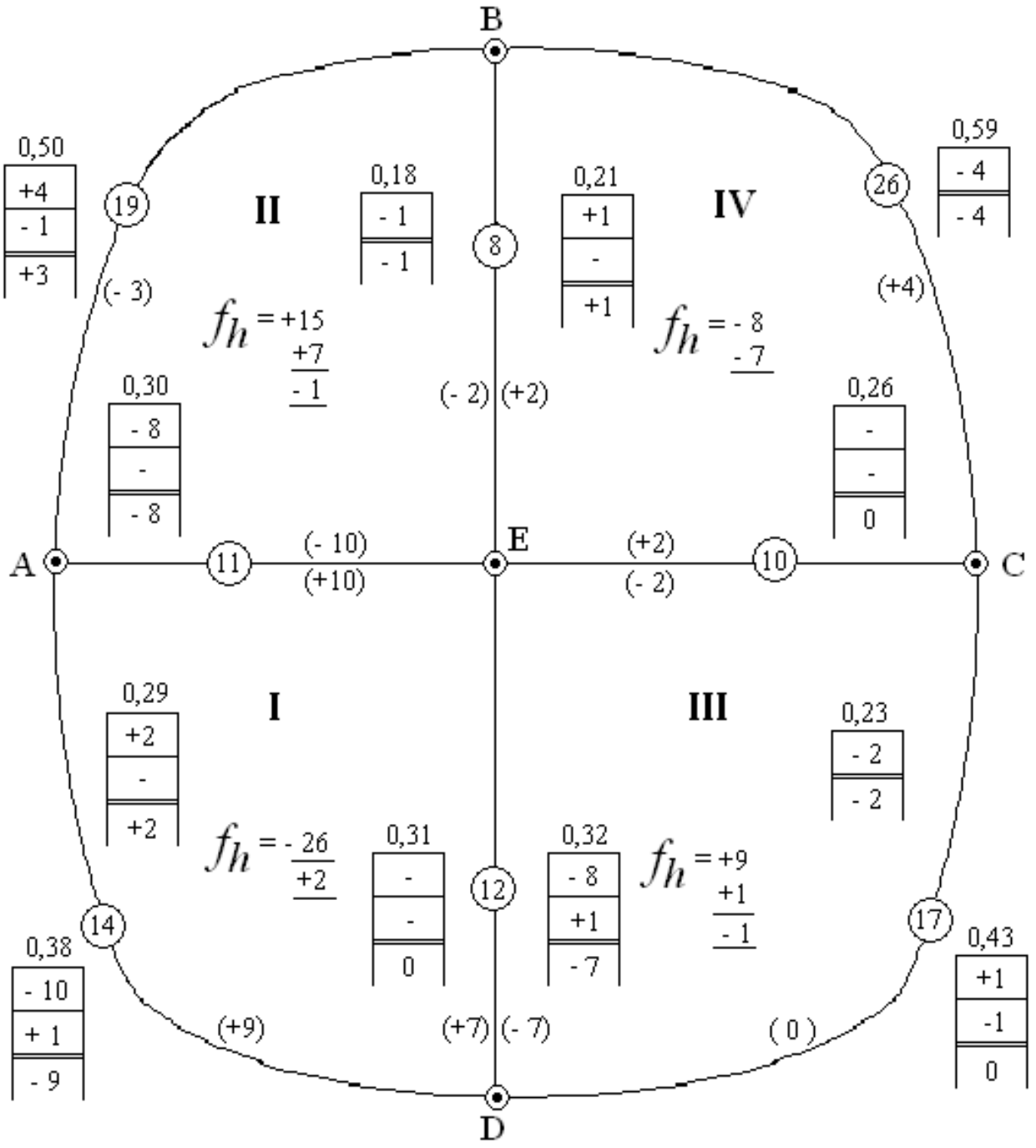
а) топширикда берилган нивелир йулининг схемаси (20-чизма) буйича йириклаштирилган чизма тузилади. (21-чизма);



20-чизма

Бошлангич маълумотлар

Йуллар сони	Нисбий баландликлар h_i, м	Штативлар сони n_i, Шт.
1	+ 3,215	19
2	+ 1,856	11
3	+ 2,657	14
4	+ 1,344	8
5	+ 0,775	12
6	+ 4,216	26
7	+ 5,568	10
8	+ 4,784	17
H_A = 315,787 м		



21-чизма

б) хар кайси полигон учун богланмаслик (хатолиги) хисобланади. Бунда шуни кузда тутиш керакки ёпик полигонда богланмаслик бир томонга йуналган йуллар буйича олинган нисбий баландликлар йигиндисига тенг. Бу богланмаслик полигоннинг уртасига ёзиб куйилади;

в) полигонлар рим ракамлари билан богланмасликларнинг абсалют кийматлари буйича камайиб бориш тартибига караб белгилаб чикилади. Полигонлар сони богланмасликлар тепасига ёзиб куйилган (21-сизмага каралсин);

г) кизил сонлар 0,01 аникликда хисоланади. Кизил сонлар хар кайси звенодаги (йулдаги) штативлар сонининг полигонлари периметри буйича штативларнинг умумий сонига нисбатига тенг. Штативлар сони звено уртасидаги тугараклар (доирачалар) ичига ёзилган. Кизил сонлар полигонлар

ташкарисида хар кайси звено ёнига чизилган жадвалчалар тепасига кизил ранг билан ёзиб куйилади. Хар бир полигон учун хисобланган кизил сонлар йигиндиси бирга тенг булиши керак.

Биринчи полигон (AEDA) учун кизил сонлар куйидагича булади:

AE звеноси учун 11 **:** (11 + 12 + 14) = 0,30;
ED звеноси учун 12 **:** (11 + 12 + 14) = 0,32;
DA звеноси учун 14 **:** (11 + 12 + 14) = 0,38.

Текшириш: 0,30 + 0,32 + 0,38 = 1,00.

Иккинчи полигон (ABEA) учун хам кизил сонлар шу тартибда хисобланади.

AB звеноси учун 19 **:** (19 + 8 + 11) = 0,50;
BE звеноси учун 8 **:** (19 + 8 + 11) = 0,21;
EA звеноси учун 11 **:** (19 + 8 + 11) = 0,29.

Текшириш: 0,50 + 0,21 + 0,29 = 1,00 ва х.к.

д) биринчи полигоннинг богланмаслиги полигон звеноларининг кизил сонларига купайтирилади ва жадвалчаларга ёзилади:

AE звеноси учун - 26 * 0,30 = - 8;
ED звеноси учун - 26 * 0,32 = - 8;
DA звеноси учун - 26 * 0,38 = -10.

Текшириш: (- 8 - 8 - 10) = - 26, яъни таркатилган богланмасликлар йигиндиси полигоннинг богланмаслигига тенг булиши керак. Шундан сунг полигоннинг таркатилган богланмаслиги остига чизиб куйилади;

е) иккинчи полигонга утилади. Бу ерда богланмаслик киймати биринчи полигондан утган тузатма хисобига узгаради. (+15-8 = +7). Демак, иккинчи полигоннинг янги богланмаслиги +7 булади. Хисобга олинган тузатма остига чизиб куйилиши керак. Полигоннинг янги богланмаслиги кизил сонларга купайтирилиб, звеноларга таркатилади. Таркатиб юборилган богланмаслик остига чизиб куйилади.

Кейинги полигонларга тилганда хам кушни полигонлардан утиб колган тузатмалар хисобига богланмаслик узгартирилади ва кизил сонларга купайтирилиб, звеноларга таркатиб юборилади. Яна биринчи полигонга кайтилганда янги богланмаслик кушни полигонлардан утган тузатмалар йигиндисига тенг булади ва ша богланмаслик таркатилиши керак. Таркатиш полигонлардаги богланмасликлар нолга тенг булгунича давом эттирилади;

ж) жадвалчалар остига куш чизик чизилиб, тузатмалар йигиндиси хисобланади;

з) хар бир полигон звеноларига тузатмалар хисобланади ва звено ёнига кавс ичида ёзилади. Бунда шунга эътибор килиш керакки, ташки (кушни полигонлар учун умумий булмаган) звено учун тузатма ташкаридаги жадвалчада хисобланган тузатманинг тескари ишорада олинган кийматига тенг. Ички (кушни полигонлар учун умумий булган) звено учун тузатма эса полигон ичкарисидаги жадвалчада хисобланган тузатманинг уз ишорасида ва полигон ташкарисидаги жадвалчада хисобланган тузатманинг тескари ишорада олинган кийматларининг йигиндисига тенг булади.

Биринчи полигон звенолари учун тузатмалар куйидагича булади:

AE звеноси учун (+2) + (+8) = + 10;
ED звеноси учун (0) + (+7) = + 7;
DA звеноси учун (+9) = + 9.

Текшириш: +10 + 7 + 9 = + 26, яъни звенолар учун тузатмалар йигиндиси полигон богланмаслигининг бошлангич кийматига тескари ишора билан тенг булиши керак.

Иккинчи полигон звеноларига тузатмалар:

AB звеноси учун (-3) = - 3;
BE звеноси учун (-1) + (-1) = - 2;
EA звеноси учун (-8) + (-2) = - 10.

Текшириш: - 3 - 2 - 10 = - 15 ва х.к.

и) звенолар буйича улчанган нисбий баландликларга тузатмалар киритилиб, нисбий баландликларнинг тенглаштирилган кийматлари хисобланади. Ёпик полигон буйича нисбий баландликлар (тенглаштирилган) йигиндиси нолга тенг булиши керак.

Кейин нивелир йуллари системасидаги тугун нукталар (B, C, D, E) баландликлари ихтиёрий танлаб олинган ёпик йул буйича хисобланади. Мисолда ABCDEA ёпик йули танланган. (16-жадвал)

16-жадвал

Нукталар номи	Звенолар буйича улчанган нисбий баландликлар	Звеноларга тузатмалар (*мм*)	Тенглаштирилган баландликлар	Баландликлар
A				315,787
	+ 3,215	- 3	+ 3,212	
B				318,999
	+ 4,216	+ 4	+ 4,220	
C				323,219
	- 5,568	+ 2	- 5,566	
D				317,653
	+ 0,775	+ 7	+ 0,782	
E				318,435
	- 2,657	+ 9	- 2,648	
A				315,787

Бу ерда шуни яхши ёдда тутиш керакки, биринчидан баландликларни хисоблашда танланган йул йуналиши звенолардаги нивелирлаш йули (20-чизмада стрелка билан курсатилган) йуналишига мос келса, нисбий баландлик уз ишораси билан акс холда тескари ишора билан олинади, иккинчидан, шу йул йуналиши полигондаги богланмаслигини хисоблашдаги йул (одатжа соат мили йули) йуналишига мос келса тузатма уз ишораси билан, бошка холда эса тескари ишора билан олиниши керак.

Кетма-кет якинлашиш усулида тенглаштириш.

Кетма-кет якинлашиш усули баландлик тармокларини ишлаб чикишда олдинги усул каби катъий усул хисобланади. Бу усулда тугун нукталарнинг тенглаштирилган баландликлари хисобланади. Тугун нукталар орасидаги ёки тугун нукталар ва таянч пунктлар орасидаги йуллар якка йул каби богланади (тенглаштирилади). Агар теодалит йуллари системаси тенглаштирилса, унда тугун нукталарга ёндош чизикларнинг тенглаштирилган дирекцион бурчаклари топилади, алохида йуллардаги бурчаклар эса якка йул коидаларига биноан богланади. Кейин тугун нукталарнинг тенглаштирилган координаталари хисобланади, сунг эса якка йул коидаларига биноан координаталар орттирмалари богланиб, йул буйича жойлашган нукталарнинг координаталари хисобланади.

Бу усул нивелир йуллари системасини тенглаштиришда кенг кулланилади. Бу усулда тенглаштиришни куйидаги мисолда куриб чикамиз. (22-чизма).

Берилган мисол учун тугун нукталаринг тенглаштирилган баландликлари куйидаги формулалар буйича аникланади:

$$H_X = (H_A + h_1)P_1^I + (H_B + h_2)P_2^I + (H_Z + h_5)P_5^I$$
$$H_У = (H_C + h_3)P_3^{II} + (H_B + h_6)P_6^{II} + (H_Z + h_7)P_7^{II}$$
$$H_Z = (H_D + h_4)P_4^{III} + (H_B + h_5)P_5^{III} + (H_У + h_7)P_7^{III}$$

бу ерда P_i^I, P_i^{II}, P_i^{III} - хар бир тугун нукта буйича келтирилган вазнлар. Келтирилган вазнлар куйидаги ифодалардан топилади.

$$P_i^I = \frac{P_i}{[P]_X} \qquad P_i^{II} = \frac{P_i}{[P]_У} \qquad P_i^{III} = \frac{P_i}{[P]_Z}$$

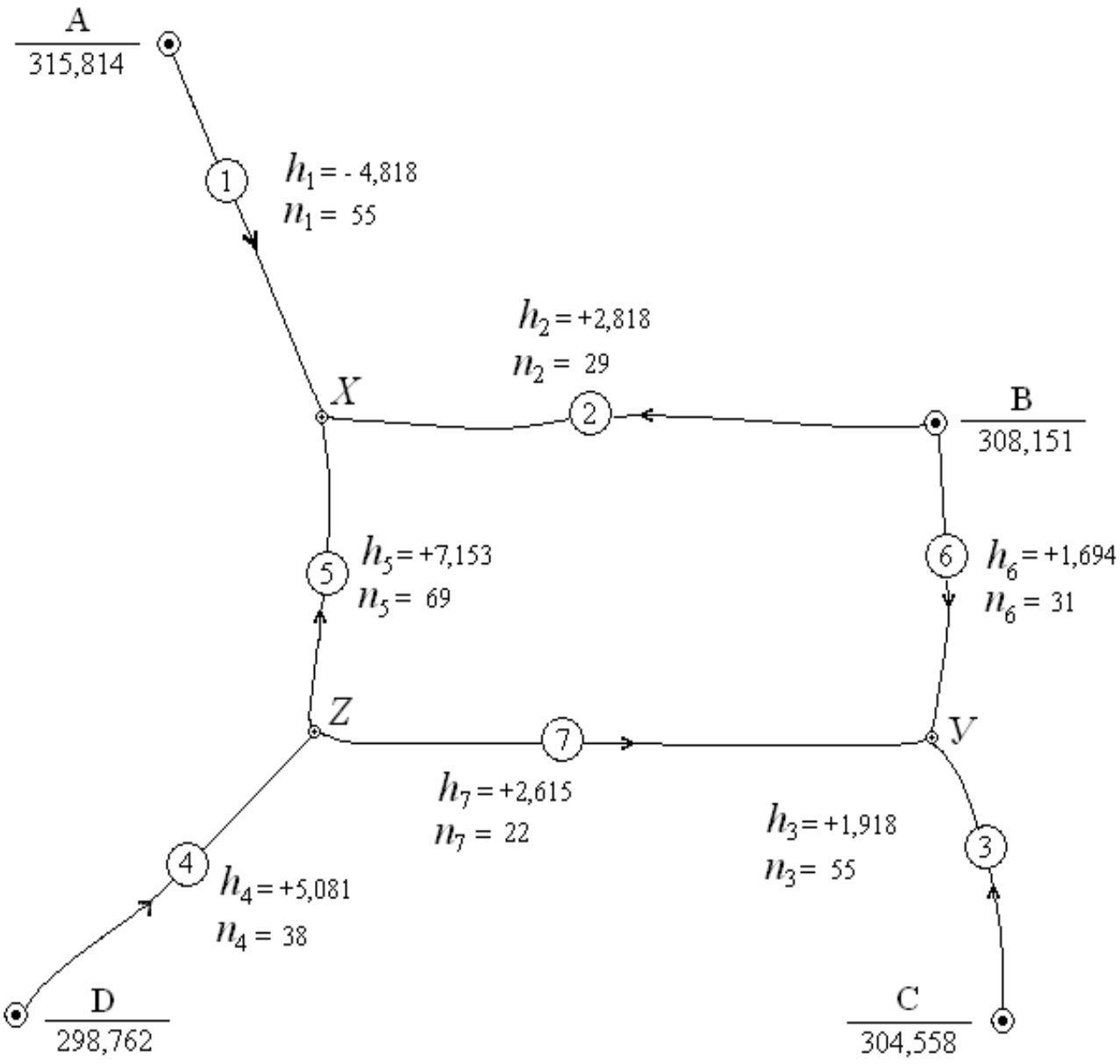
Алохида йуллар (звенолар) нисбий баландликларнинг вазнлари $P_i = \frac{K}{n_i}$

ифода билан аникланади. К нинг кийматини 1, 10 ва 100 га тенг килиб кабул килиш мумкин. Бу йул буйича олинган кийматлар сонига боглик.

Марказлаштиришлар сони урнига йул узунлигининг километрдаги киймати хам олиниши мумкин:

$$[P]_X = P_1 + P_2 + P_5; \qquad [P]_Y = P_3 + P_6 + P_7; \qquad [P]_Z = P_4 + P_5 + P_7;$$

Келтирилган вазнлар йигиндиси хар кайси тугун нукта буйича бирга тенг булиши керак. Бу хисоблашларнинг текширилиши булиб хизмат килади.



22-чизма

Тугун нукталарнинг баландликлари H_x, H_y, H_z ларнинг кийматларини топиш учун юкорида келтирилган тенгликларнинг ечими кетма-кет якинлашиш (итерация) усули билан куйидаги тартибда бажарилади.

Нолинчи якинлашиш куйидагича хисобланади:

$$H_X^O = H_B + h_2$$
$$H_y^O = H_C + h_3$$
$$H_Z^O = (H_D + h_4)P_4^{III} + (H_X^O - h_5)P_5^{III} + (H_y^O - h_7)P_7^{III}$$

Биринчи якинлашиш номаълумларнинг (H_x, H_y, H_z ларнинг) нолинчи якинлашишдан аникланган кийматларини хисобга олган холда топилади, яъни

$$H_X^I = (H_A + h_1)P_1^I + (H_B + h_2)P_2^I + (H_Z^O + h_5)P_5^I$$
$$H_y^I = (H_C + h_3)P_3^{II} + (H_B + h_6)P_6^{II} + (H_Z^O + h_7)P_7^{II}$$
$$H_Z^I = (H_D + h_4)P_4^{III} + (H_X^I - h_5)P_5^{III} + (H_y^I - h_7)P_7^{III}$$

Иккинчи якинлашиш номаълумларнинг биринчи якинлашишдан топилган кийматлари хисобга олиниб бажарилади:

$$H_X^{II} = (H_A + h_1)P_1^I + (H_B + h_2)P_2^I + (H_Z^I + h_5)P_5^I$$
$$H_y^{II} = (H_C + h_3)P_3^{II} + (H_B + h_6)P_6^{II} + (H_Z^I + h_7)P_7^{II}$$
$$H_Z^{II} = (H_D + h_4)P_4^{III} + (H_X^{II} - h_5)P_5^{III} + (H_y^I - h_7)P_7^{III}$$

ва х.к.

Якинлашишлар токи номаълумларнинг кийматлари охирги икки якинлашишда бир хил булгунча давом эттирилади.

Мисолнинг ечими 17-жадвалда келтирилган. Бу ерда нисбий баландликларни ёзиб олишда, таянч пунктлардан аникланаётган нукталарга булган йуналиш билан нивелирлаш йули йуналишига (22-чизмада стрелка билан курсатилган) эътибор килиш керак. Агар йуналишлар мос келса, нисбий баландликлар уз ишораси билан акс холда тескари ишора билан ёзилади.

17-жадвал

Нивелир йуллари системасини кетма-кет якинлашиш усулида тенглаштириш.

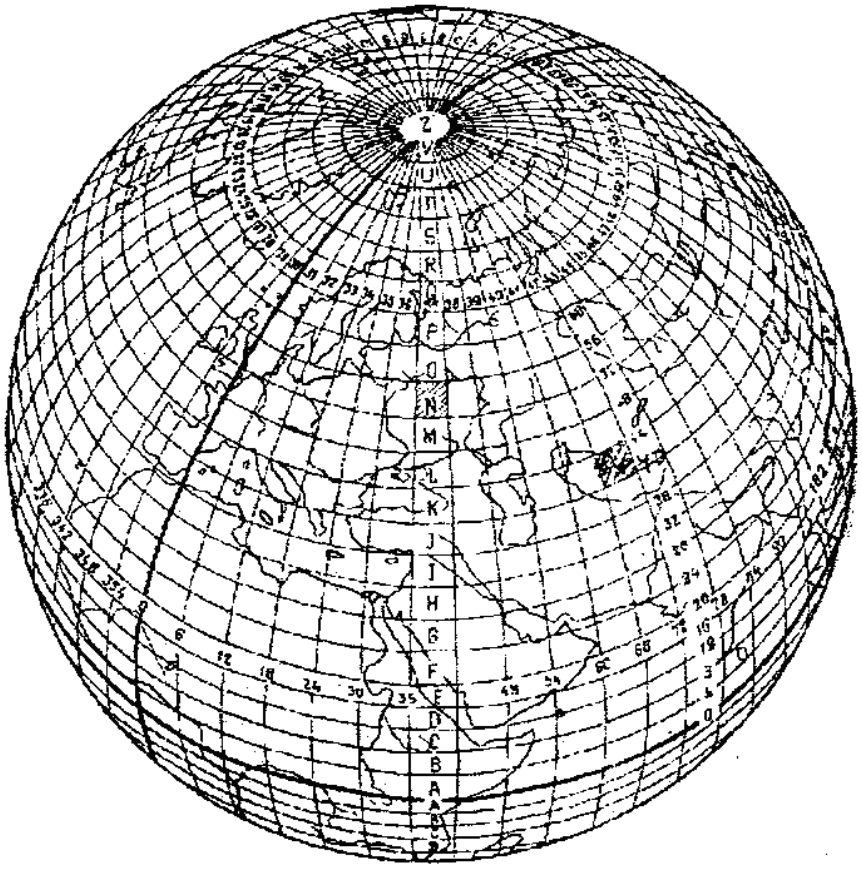
Аникланаётган нукталар	Таянч пунктлар	Нисбий баландликлар h_i, м	Штативлар сони n_i,	Вазнлар $P_i = \frac{100}{n_i}$	P^I P^{II} P^{III}	Якинлашишлар 0	I	II	III	IV	
X	A	- 4,818	55	1,82	0,27	310,996	310,996	310,996	310,996	310,996	
	B	+ 2,818	29	3,45	0,51		969	969	969	969	
	Z	+ 7,153	69	1,45	0,22		311,006	998	996	995	
				6,72	1,00	310,996	310,984	310,983	310,982	310,982	→ H_X
У	C	+ 1,918	55	1,82	0,19	306,476	306,476	306,476	306,476	306,476	
	B	- 1,694	31	3,22	0,34		457	457	457	457	
	Z	+ 2,615	22	4,55	0,47		468	460	458	457	
				9,59	1,00	306,476	306,466	306,462	306,461	306,461	→ $H_У$
Z	D	+ 5,081	38	2,63	0,30	303,843	303,843	303,843	303,843	303,843	
	X	- 7,153	69	1,45	0,17	843	831	830	829	829	
	У	- 2615	22	4,55	0,53	861	851	847	846	846	
				8,63	1,00	303,853	303,845	303,843	303,842	303,842	→ H_Z

Фойдаланилган адабиётлар.

1. Мубораков Х.М. «Геодезия ва картография», Тошкент, Укитувчи 2002 й.

2. Жураев Д.О. «Геодезия» Тошкент, Укитувчи 2002 й. (I ва II кисмлар)

3. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. «Геодезия» М.Недра 1980 й



М У Н Д А Р И Ж А

.