

Қ. Н. НОРХЎЖАЕВ

ИНЖЕНЕРЛИК ГЕОДЕЗИЯСИДАН ПРАКТИКУМ

*ЎзССР Олий ва махсус ўрта таълим вазирлиги
олий техника ўқув юртлирининг
студентлари учун ўқув қўлланмаси сифатида
таъсис этилган*

**ҚАЛТА ИШЛАНГАН ВА ТЎЛДИРИЛГАН
ИККИНЧИ НАШР**

ЎҚИТУВЧИ, НАШРИЁТИ

Тошкент — 1976

Инженерлик геодезиясидан практикum номли бу қўлланма олий ва махсус ўрта ўқув юртларида ўтиладиган геодезия фанига онд съёмканинг ҳамма турлари, уларни бажариш, энг кўп ишлатиладиган геодезик асбоблар ва уларни ишлатиш масалалари ойдинлаштирилган. План ва профиль чизишдаги камерал ишлар ва уларни бажариш йўллари сонли мисолларда берилган. Транспорт ва қурилишга доир инженерлик иншоотларини жойда режалаш масалалари ёритилган. Амалий ишларни бажаришда зарур бўладиган назарий маълумотлар ҳам берилган.

Ҳисоблаш ишларини бажаришда кўп учрайдиган математикавий жадвал ҳамда формулалар илова қилинган. Бу қўлланмадан кечки ва сиртқи бўлим студентлари ҳамда геодезияни мустақил ўрганувчилар ҳам фойдаланиши мумкин.

«Ўқитувчи» нашриёти, 1976 й.

К 20701 № 251
М 353 (06)—76 вне плана

ИККИНЧИ НАШРИГА СЎЗ БОШИ

Инженерлик геодезияси номи билан 1968 йили нашр этилган бу қўлланма олий ва махсус ўрта ўқув юртлари студентлари, ҳамда ўқувчиларининг геодезия фани топшириқларини мустақил равишда бажара олишларига ёрдам тариқасида ёзилган эди. Китобда геодезия фанида ўрганиладиган съёмка турлари ва уларни бажариш, жой плани ва профилини чизишда зарур бўлган камерал ишларининг ҳисобий ва графикавий ишлари назарий ва амалий жиҳатдан соний мисоллар билан тўла тушунтирилган. Бундан ташқари, транспорт ва қурилиш ишларида кўп учрайдиган инженерлик иншоотларини режалаш каби масалалар ҳам соний мисоллар билан ойдинлаштирилган.

Матбуотда эълон қилинган тақризлар ва айрим мутахассислар билан ўтказилган суҳбатлар авторни қўлланманинг иккинчи нашрини тайёрлашга ундади. Тошкент шаҳридаги олий ва махсус ўрта ўқув юртларининг геодезия фани ўқитувчиларини ўз қучоғига олган Бутуниттифоқ астрономия-геодезия жамиятининг Ўзбекистон бўлими қошидаги ўқув-методика секциясида баён этилган мулоҳазалар китобнинг ушбу иккинчи нашрини тезлаштиришга ёрдам берди.

Китобни иккинчи нашрга тайёрлашда китобдан фойдаланишда сезилган камчиликлар, китоб тўғрисидаги тақриз ва муҳокамалар эътиборга олинди.

Умуман, дарслик ва ўқув қўлланмаларининг ҳажми қанчалик кичик ва ўзи қанчалик раво ёзилган бўлса, китобхонларга шунчалик қўл келади, деган қоидага амал қилинди.

Китобни ёзишда инженерлик геодезияси ўқув планига кўра, геодезиянинг I-курсида ўқитиладиган дастлабки техникавий фан эканлиги, ўқувчилар бу фанни ўрганишга ҳали етарли тайёр эмасликлари ҳисобга олинди ва уни соддалаштиришга ҳаракат қилинди.

Қўлланманинг иккинчи нашрида инженерлик геодезиясига доир съёмкаларнинг ҳамма тури, уларни бажариш усуллари ва бунда энг кўп ишлатиладиган асбоблар ва уларни ишлатиш йўллари ҳақида тўла маълумот берилди. Камерал ишларининг ҳисобий ва графикавий ишлари бирмунча кенгайтирилди.

XII боб кўпчилик ўқув юртлари геодезия кабинетларининг асбоб бойлиги ва бошқа факторлар эътиборга олиниб, қисқача баён этилди.

Инженерлик иншоотлари, асосан, топографик план ва карталар асосида лойиҳаланганлигидан, рельеф ва унинг турларини ўрганишга кўпроқ аҳамият берилди.

Китобда съёмка турлари ва уларга оид назарий маълумотлар материалнинг мантиқий изчиллиги тартибда берилди. Китобда қамраб олинган масалаларнинг назарий ва амалий ёритилиши ундан инженерлик геодезияси дарслиги сифатида фойдаланишга ҳам имкон беради.

Китобнинг иккинчи натижида Ўз тавсияси билан катта ҳисса қўшган Ўз ВАГО раиси академик В. П. Шегловга, фойдали маслаҳатлари учун техника фанлари кандидатлари, доцент Р. Алимухамедовга ва доцент А. В. Воҳидовга ҳамда китобни қўнт билан таҳрир қилган А. Турахоновга автор чин қалбдан ташаккур изҳор этади.

Автор

КИРИШ

1-§. Умумий маълумот

Геодезия* Ернинг шакли ва ўлчамини ўрганувчи фан бўлиб, ундан турли иншоотларни лойиҳалаш ва қуриш ишларида ҳам кенг қўламда фойдаланилади.

Мамлакатимиз бўйлаб олиб борилаётган барча қурилиш ишларида турли геодезик ўлчаш ишлари ҳал қилинади. Бу ишларни бажариш талабига қараб геодезия фанининг инженерлик геодезияси деган мустақил тармоғи яратилди. Инженерлик геодезияси фанида иншоот лойиҳасини тузини, уларни жойга кўчириш, қуриш ва ишлатиш давридаги геодезик ишларни бажариш усуллари ҳам ўрганилади. Шундай қилиб, ер юзининг шакли ва катталигини аниқлаб, уни қорғозда план, карта ва профиль ҳолида тасвирлаш ҳамда иншоотлар барпо қилишда турли геодезик ўлчаш ишларини ўрганиш билан шуғullanувчи фан *инженерлик геодезияси* дейилади.

Инженерлик геодезияси фани халқ хўжалигидаги турли қурилиш ишларида, шунингдек, муҳофаа ишларида ҳам муҳим ўринни эгаллайди. Масалан, бирор йўл қуриш ёки канал қазиндан олдин уларнинг пухта, арзон бўлиши ва тез битиши эътиборга олиниб, шу йўл ёки канал трассаси (ўқий чизиқ) учун қулай жой тахминан белгиланади. Бу иш *рекогносцировка* дейилади. Сўнгра, танланган трасса бўйлаб геодезик таянч шохобчалар барпо қилинади ва горизонтал ҳамда вертикал съёмка (план олиш) ишлари бажарилади. Съёмка материалларига кўра шу жойнинг топографик плани, нивелирлаш натижаларига кўра эса трассанинг бўйлама ва кўндаланг профиллари чизилади. План ва профилларга қараб, унда қуриладиган турли иншоотлар ўрни аниқланади ва лойиҳаланади, кейин ер қазини ишлари ҳажми топилади. Қурилишга сарф бўладиган маблағ аниқланади.

Қурилиш ишларини бошлангандан олдин лойиҳадаги асосий нуқталарни, яъни қурилиш ўринини жойда кўрсатиш керак; бу иш *лоиҳани жойга кўчириш* дейилади. Лойиҳани жойга кўчириш иши ҳам геодезик ўлчаш ишлари орқали бажарилади. Қурилиш жараёнида иншоотнинг тўғри қурилаётганлиги ҳам геодезик кузатишлар ёрдамида текшириб борилади.

* *Геодезия* (geodalsia) грекча сўз бўлиб, ер бўлиш деган маънони билдиради.

Геодезик ишлар иккига: дала ишлари билан камерал ишларга бўлинади. *Дала ишлари*, асосан, жойда турли геодезик асбоблар ёрдамида бажариладиган ўлчашлардан иборат. Далада ўлчаб топилган натижаларни ҳисоблаб, план ва профиль чизиш *камерал ишлар* дейилади.

Камерал ишлар ҳам, ўз навбатида, иккига: *ҳисоблаш ишлари* билан *графикавий ишларга* бўлинади.

Ҳисоблаш ишларида ўлчаш натижаларининг сон қийматлари математика қоидаларига кўра ишлаб чиқилади, математикавий муносабатларга мослаштирилади, ўлчаш хатолари аниқланади ва тузатилади, бу эса *тенгшиш (бараварлаш)* дейилади. Ҳисоблашни осонлаштириш учун турли жадвал, график, номограмма, логарифм линейкалари ва ҳисоблаш машиналаридан фойдаланилади.

Графикавий ишларда эса ўлчаш ва ҳисоблаш натижаларида топилган маълумотлар асосида керакли чизмалар (план, карта ва профиль) чизилади.

План, карта ва профиль чизиш учун жойда бажариладиган ўлчаш ишлари мажмуи *съемка* дейилади.

Съемка икки хил бўлади: горизонтал съемка билан вертикал съемка.

Агар съемка ер юзидаги бир бўлак жойнинг фақат ситуациясини (тафсилотини) тасвирлайдиган план ёки карта чизиш учун бажарилган бўлса, у *горизонтал* съемка дейилади.

Жой контури горизонтал проекциясининг ўзига ўхшатиб, аммо кичрайтирилган ҳолда қоғозга туширилган тасвири *план* деб аталади.

Ер юзаси катта бўлагининг, ер эгрилиги эътиборга олинган ҳолда, маълум даража кичрайтирилиб ва бир қадар ўзгартирилиб қоғозга туширилган тасвири *карта* дейилади.

Съемка қилинадиган жойдаги бино, экин майдони, йўл, ариқ ва ҳоказалар *ситуация* (тафсилот) дейилади. Планада жойнинг ёлғиз ситуацияси тасвирланса, бундай тасвир *контурли план* дейилади.

Ер юзасидаги табиий баланд-пастликлар мажмуи *рельеф* дейилади. Бир вақтнинг ўзида ҳам жой ситуацияси, ҳам рельефи съемка қилинса, бу иш *топографик съемка* дейилади. Ситуация билан бирга рельеф ҳам тасвирланган план *топографик план* деб аталади.

Ер сирғидаги нуқталарнинг бирор юзага нисбатан турган баландлигини аниқлашга доир қилинадиган ўлчаш ишлари мажмуи *вертикал съемка* дейилади.

Нуқталарнинг денгиз сатҳига нисбатан турган баландлиги *абсолют баландлик* деб, бу баландликни ифодаловчи сон *абсолют отметка (белги)* деб аталади.

Бир нуқтанинг иккинчи нуқтага нисбатан турган баландлиги ёки пастлиги *нисбий баландлик* дейилади.

Жойда икки нуқтанинг бир-бирига нисбатан баландлигини аниқлаш иши *нивелирлаш* деб аталади.

Нуқтанинг шартли равишда бирор юзага нисбатан турган баландлиги *шартли баландлик* дейилади.

Жойнинг бирор йўналишида қозога кичрайтириб чизилган вертикал кесимининг тасвири *профиль* дейилади. Профиль ер юзасидаги нуқталар отметкаси асосида чизилади.

Океан ва денгиздаги сувларнинг тинч ҳолатдаги сирти *сатҳий юза* дейилади. Сатҳий юза ернинг исталган нуқтасида шовун чизигига перпендикуляр бўлганидан у ҳамма жойда горизонтал деб қабул қилинади.

Агар сатҳий юза ўз йўналишида фикран давом эттирилса, шу сатҳий юза билан чегараланган шаравий шакл (жисм) ҳосил бўлади; бу шакл *геоид* (ер шакли) деб аталади ва ернинг умумий шакли шунга ўхшаш деб қабул қилинади.

Ер массаси турли жойда турлича бўлганлигидан Ер керишиб вақт-вақти билан ўз шаклини бирмунча ўзгартиради. Шу сабабли, Ер шакли жуда мураккабдир. Бу шакл ҳозирча математикавий формулалар билан аниқ ифодаланган эмас. Лекин Ер шакли эллипсоидга ўхшайди деб қабул қилинади ва *ер эллипсоиди* дейилади.

План ва карта чизишда Ернинг шакли ва ўлчамини билиш керак.

Ернинг шакли ва ўлчамини билишга инсон қадимги вақтлардаёқ қизиққан. Ўтмишда Ерни курра (шар) шаклида деб, унинг радиусини турли усулда аниқлаганлар. Масалан, исқандариялик олим Эратосфен (276—196) Ер радиуси узунлигини аниқлашда «градус ўлчови» усулини ишлатган. Хоразмлик олим Абу Райҳон Беруний (973—1048) Ер шари ўлчамларини «уфқ пасайиши бурчагини ўлчаш» усулида топган. Ер шарининг турли олимлар топган ўлчамлари I-жадвалда келтирилган.

I-жадвал

Аниқланиш вақти	Олимлар номи	Радиус узунлиги, км	Бир градус меридиан ёни узунлиги, км	Айлана узунлиги, км	Қайси кенгликда
Милоддан 6,5 аср илгари	Холдейлар	6310,50	110,14	39650,13	—
4 аср илг.	Арасту	9549,27	166,67	60000,00	—
2,5 «	Эратосфен	6843,65	119,44	43000,00	30°
1 аср илг.	Посидоний	6569,90	114,67	41280,00	35°
2 асрда	Птолемей	6059,01	105,75	38070,00	40°
6 «	Брахмагупта	6239,26	108,89	39202,51	—
827 йилда	Арабистонда	6406,51	111,82	40253,27	35°
1037 »	Беруний	6339,58	110,65	39832,76	32°
1528 »	Фернелъ	6337,01	110,60	39716,72	49°
1616 »	Снеллиус	6153,13	107,39	38661,34	52°
1636 »	Норвуд	6412,66	111,92	40292,01	52°
1670 »	Пикар	6372,01	111,21	40036,61	49°

1682 йили Н. Ньютон (1642—1727) кoinотдаги тортилиш қонуни ҳақидаги назариясини эълон қилди; бу назарияга кўра, Ер ўз ўқида айланганлигидан марказдан қочирма кучларининг таъсири сабабли, Ер шакли курра бўлмай, балки қутблари бўйлаб сиқилган эллипсоид шаклида бўлиши керак эди. Франция Фанлар академияси туз-

ган икки экспедициянинг Лопландия ва Перуда ўтказган тадқиқоғ ишлари, яъни бир градус меридиан ёйининг узунлигини ўлчаш натижалари Ньютон назариясининг тўғри эканини тасдиқлади. Шундан кейин Ер шаклини эллипсоидга ўхшатилиб, унинг катта ва кичик ярим ўқлари a ва b нинг ҳамда ер сиқилиши деб аталадиган α нинг ($\alpha = \frac{a-b}{a}$ нинг) қийматлари аниқланадиган бўлди. Ер шакли деб қабул қилинган эллипсоид *референс эллипсоид* дейилиб, унинг ўлчамлари аниқланди. Масалан, Ф. Н. Красовский ва А. А. Изотов градус ўлчаш усулида, М. С. Молоденский эса гравиметрик (Ернинг тортиш кучини аниқлаш) усулида Ер ўлчамларини аниқладилар. 2-жадвалда баъзи олимлар топган ўлчамлар келтирилган.

2 - жадвал

Олимлар номи	Мамлакат номи	Йил	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>
			<i>a</i>		
Деламбр	Франция	1800	6 375 653	6 356 564	1:334,0
Бессель	Германия	1841	6 377 397	6 356 079	1:299,2
Кларк	Англия	1880	6 378 249	6 356 515	1:293,5
Жданов	Россия	1893	6 377 717	6 356 433	1:299,6
Хейфорд	Ш. Америка	1909	6 378 388	6 356 912	1:297,0
Красовский	СССР	1940	6 378 245	6 356 863	1:298,3

Кейинги астрономик (А. А. Михайлов) ва космик (И. Д. Жонголович, И. Козан) йўллар билан олиб борилган кузатиш натижалари Красовский топган катталиқнинг тўғрилигини тасдиқлади. 1946 йили СССР Министрлар Советининг қарорига биноан, Красовский эллипсоиди Совет референс эллипсоиди деб қабул қилинди. Юзаси Совет эллипсоиди юзасига тенг келадиган курра радиуси 6 371 116 м га тенг. Катта аниқлик талаб қилинмайдиган ишларда Ер 6 371,1 км радиусли курра деб қабул қилинади.

И Б О Б

ТОПОГРАФИЯ ЧИЗМАЧИЛИГИ

Топография чизмачилигида план, карта ва профиль чизишнинг асосий қоидалари, ҳарфларнинг катта-кичиклиги ва ёзилиш тартиби, чизиқларнинг йўғон-ингичкалиги ва чизиш тартиби, шартли белгиларнинг қўйилиши ва пландан нусха кўчириш усуллари ўрганилади.

План, карта ва профилъ маълум масштаб билан чизилади, пландаги ҳар бир чизигий ишора жойдаги маълум узунлигини ифодалайди. Шунга кўра, чизилган чизик ва белгилар тўғри, ўз ўрнида бўлиши, чизиклар нормал йўғонликда чизилиши, ситуация ва рельефни ифодаловчи шартли белгилар равшан ва аниқ бўлиши керак.

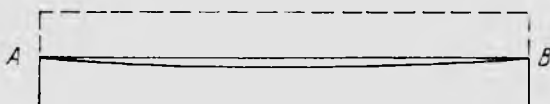
2 - §. Графикавий ишларни бажариш асбоблари

Графикавий ишларни бажариш учун қалам, резина, линейка (чизғич), ғўния, готовальня, тран портир, лекало, трафарет ва бошқа асбоблар бўлиши зарур.

Чизманинг аниқ ва талабга жавоб берадиган ҳолда бажарилиши шу асбобларнинг тўғри ва соз бўлишига боғлиқ.

Қаламлар қаттиқ, ўртача қаттиқликдаги ва юмшоқ бўлади. Қаттиқ қаламлар *T* ҳарфи билан, юмшоқ қаламлар *M* ҳарфи билан, ўртача қаттиқликдаги қаламлар *TM* ҳарфлари билан белгиланади.

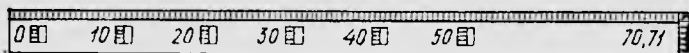
Линейкалар тўғри чизик чизиш учун ишлатилади. Линейкалар 10 дан 100 см гача узунликда ва 1—5 мм қалинликда қилиб, металл, пластмасса ва ёғочдан тайёрланади; уларнинг эни 20—50 мм бўлиб, бир чеккасига миллиметрларга бўлинган шкала қилинади. Баъзан, линейканинг бир қирраси йўғиниб, унга миллиметр бўлаклари чизилган бўлади ва ўлчаш линейкаси дейилади; бу линейкадан пландаги чизик узунлигини ўлчада фойдаланилади. Линейкаларни ишлатишдан олдин улар қуйидагича текшириб кўрилиши керак: текширилаётган қирра бўйича горизонтал *AB* чизик чизилади, сўнггра линейка 180 айлантирилади ва шу қирра бўйича *AB* орқали иккинчи чизик чизилади. Агар чизилган иккала чизик бошидан охиригача устма-уст тушса, линейка шунга яроқли, 1-шаклда кўрсатилганидек бўлганда эса яроқсиз ҳисобилиши.



1- шакл.

Линейкадаги шкала бўлаклари аниқ бўлиши керак. Бунинг қанчалик аниқлиги синаш линейкаси бўлинималарига таққослаш йўли билан текширилади.

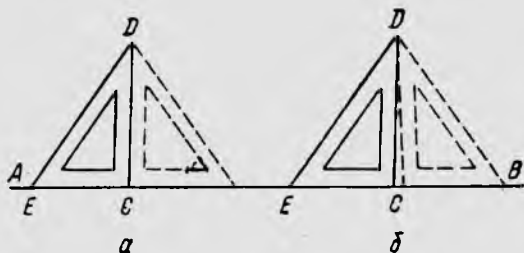
Томонлари 10 см ли квадратлар ясаида Ф. Б. Дробишевнинг металл линейкасида фойдаланиш мумкин (2-шакл).



2- шакл.

Гўниялар. Гўниялар металл, пластмасса ва ёғочдан 45° бурчакли ҳамда 30° ва 60° бурчакли қилиб тайёрланади.

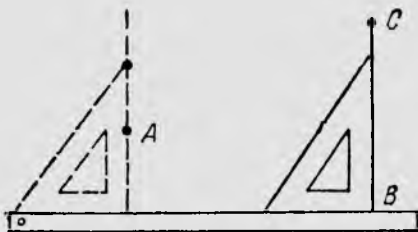
Фойдаланишдан олдин гўнияни ҳам текшириб кўриш керак. Бунинг учун тўғри линейка билан AB чизиқ чизилади, сўнгра шу чизиққа текшириладиган гўния EC катети билан қўйилади; CD катети бўйича вертикал чизиқ чизилади. Кейин гўния 180° га айлантирилиб, яна CD катети бўйича D нуқта орқали вертикал чизиқ чизилади. Чизилган чизиқлар бир-бирининг устига тушса (3-шакл, а) гўния ишга яроқли, акс ҳолда (3-шакл, б) яроқсиз бўлади.



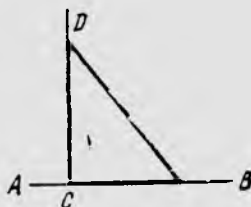
3- шакл.

Параллел чизиқ ўтказиш. A нуқтадан берилган BC чизиққа параллел ўтказиш учун гўния катетларидан бири BC чизиқ устига қўйилади, иккинчи катетига бирор линейка MN зич қўйилади.

Гўнияни шу MN линейка бўйича суриб, BC чизиққа қўйилган катети A нуқта устига келтирилади ва A нуқта орқали шу катет бўйлаб чизиқ чизилади. Бу чизиқ BC га параллел бўлади. (4-шакл). Кейинги даврда параллел чизиқ ўтказишга мосланган линейкалардан фойдаланиладиган бўлди.



4- шакл.



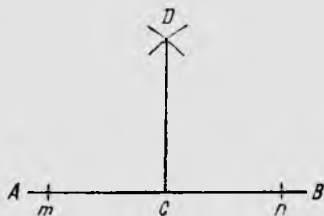
5- шакл.

Перпендикуляр чизиқ ўтказиш. Берилган AB чизиққа C нуқтадан гўния ёрдамида перпендикуляр чизиқ ўтказиш учун гўниянинг бирор катети AB чизиққа унинг тўғри бурчакли учи C нуқта устида турадиган қилиб қўйилади; сўнгра C нуқтадан иккинчи катет бўйича CD чизиқ чизилади. Бу чизиқ AB чизиққа перпендикуляр бўлади (5-шакл).

Готовальня чизмачилик асбоблари тўпламидан иборат бўлиб, у гипсога жойлаштирилган ҳолда сотилади. Унда турли циркуллар, рейсфедер ва бошқа асбоблар бўлади.

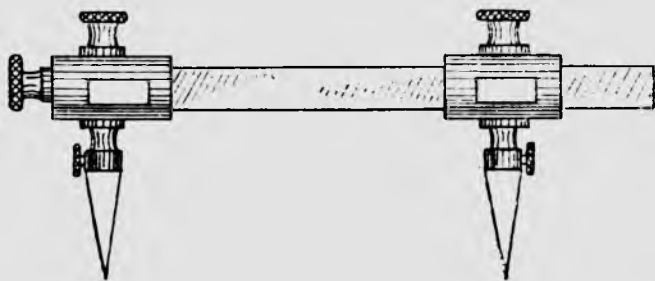
Циркуллар асосан икки хил: ўлчайдиган ва чизадиган бўлади. Чизмиш циркули айлана ва айлана ёйларини чизишда ишлатилади. Пландаги кесма узунлигини масштабга қўйиб аниқлаш, жойда ўлчанган чизиқ узунлигини масштаб бўйича планга қўйишда ўлчаш циркулидан фойдаланилади. Циркуль оёқлари бирлаштирилганида бир нуқта ҳосил қилиши керак. Қалам ёки туш билан айлана чизишга мосланган циркулларда оёқларини узайтириш учун махсус узайтиргич (уланма) бўлади.

Циркуль ёрдамида AB чизиқдаги C нуқтадан перпендикуляр чиқариш учун шу C нуқтадан бир хил масофада бўлган иккита ихтиёрий m ва n нуқталар олинади. m ва n нуқталарни марказ қилиб, ихтиёрий радиусда ёйлар чизилади. Ёйларнинг кесишган D нуқтаси C нуқта билан туташтирилади. Ҳосил бўлган CD чизиқ AB даги C нуқтага перпендикуляр бўлади (6-шакл).



6-шакл.

Циркулларнинг бошқа хили ҳам бор, масалан, штангенциркуль (7-шакл), бу циркуль узун кесмаларни қўйишда ишлатилади. Пропорционал циркуль (8-шакл). Бу циркуль пландаги кесмани

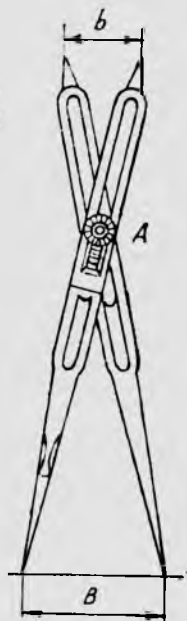


7-шакл.

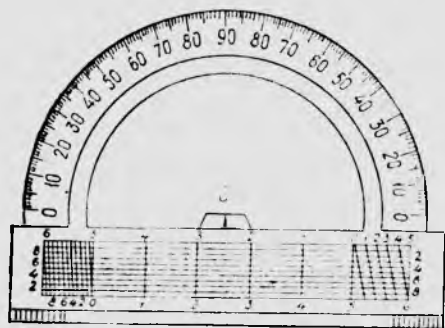
Маълум масштабда кичрайтириб ёки катталаштириб қўйишда ишлатилади.

Бу циркуллар махсус готовальнялар наборида бўлади.

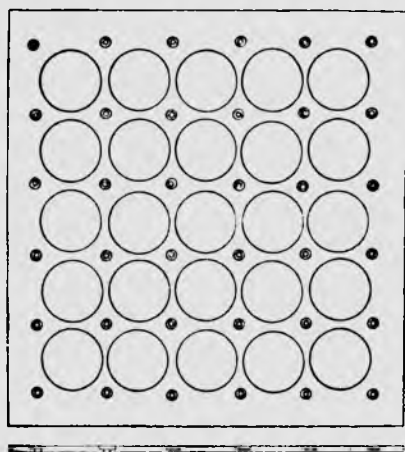
Рейсфедер туш ва акварель бўёқлар билан турли йўгонликдаги тўғри ва эгри чизиқлар чизиш учун ишлатилади. Рейсфедер жағи ростлаш винтини бураш йўли билан чизиқни йўгон ёки ингичка чизиш мумкин. Бўёқ рейсфедерга перо ёрдамида солинади. Иш тугагач рейсфедер латта билан яхшилаб артилади.



8-шакл.



9- шакл.



10- шакл.

Транспортирлар. Чизмадаги бурчакни ўлчаш ва унда бурчак ясаш учун ишлатилади (9- шакл).

Графикавий ишларни бажаришда юқорида айтиб ўтилган асбоблардан бошқа асбоблар ҳам ишлатилади. Масалан, И. А. Семановнинг координаталар тахтаси (10-шакл). Бу тахтадан квадратлар түри ясашда фойдаланилади. У томонлари 600×600 мм, қалинлиги 4 мм бўлган пўлат тахтадан иборатдир. Буида диаметри 3 мм ли 36 та тешик ясалган. Квадратлар түрини ясаш учун доска қороз устига қўйилади ва тешик марказлари махсус нўна (10-шакл, 6 билан белгиланади. Тахта олиб қўйилгач, тешик марказларини туташтириш йўли билан квадратлар түри ҳосил бўлади. Тахтани снгиллаштирини учун тешиклар орасидан диаметри 80 мм бўлган 25 та доира кесиб олинган.

Координатограф. Мураккаб асбоб бўлиб, у квадратлар ясаш, параллел чизиқлар ўтказиш ва координаталар бўйича нуқта ўринини планда белгилаш учун ишлатилади.

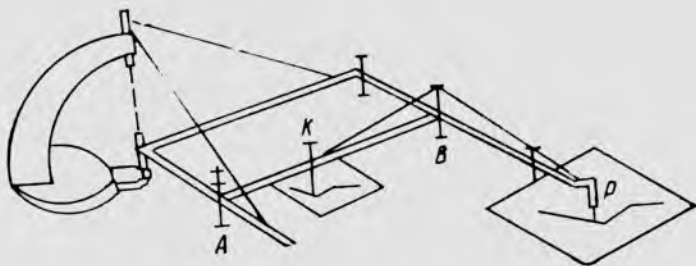
Трафаретлар. Чизмадаги ёзувларни тўғри ёзиш ҳамда ишни осонлаштириш мақсадида ҳарф трафаретларидан фойдаланилади. Ҳарф трафаретлари металл ёки пластмассадан тайёрланган бўлади.

Чизма перолари ёзув ва чизиқларни тушлаш, шартли белгиларни чизиш учун ишлатилади; 291- номерли перо яхши ҳисобланади.

Чизмани тушлашда бузилган жойлар ўткир махсус пинчоқча билан тўғриланади. Чизмани бўйишда турли ўлчамдаги мўйқаламлар ишлатилади. Чизма тахтага кнопка, қалпоқли миҳчалар ва скрепкалар ёрдамида маҳкамланади. Баъзан у қўйма металллар билан бостириб қўйилади.

3-§. Нусха кўчириш

Инженерлик масалаларини ечишда план ёки чизманинг аслидан бир неча нусха олинига тўғри келади. Нусха чизма масштабини ўзгартмасдан ёки ўзгартириб — катталаштириб ёки кичрайтириб кўчирилиши мумкин. Нусха кўчиришда механикавий, графикавий ва фотографик усуллар қўлланилади. Механикавий усулда нусха кўчиришда пропорционал циркуль (8-шакл) ва пантограф (11-шакл) дан фойдаланилади.



11-шакл.

Графикавий усулда нусха кўчиришда шаффоф қоғоз (калька ёки восковка) дан ҳамда квадратлар тўридан фойдаланилади. Фотографик усулда нусха кўчиришда ёруғлик сезувчи «синька» ёки «аммиакли» қоғозлардан фойдаланилади.

Пропорционал циркуль билан нусха кўчириш. Циркульнинг A нуқтасидаги винти ёрдамида циркуль оёқ учлари оралиги B ва b ни ўзаро тенг ёки бирини иккинчисидан катта қилиб очиш мумкин. Нусха кичрайтириб кўчирилаётганда масофа пландан B оралиқ бўйича олиниб, нусхага b бўйича қўйилади.

Пантограф билан нусха кўчириш (11-шаклга қаранг). Пландан нусха олиш учун, кўчирилаётган нусха масштабига қараб, AB линейка ва Q қалам тегишли бўлакка қўйиб маҳкамланади. Сўнг-ра айлантирилиш ниниси P асл нусхадаги бир нуқтага қўйилади. Q қалам тагига нусха кўчирилаётган тоза қоғоз маҳкамланади. Кейин P нина пландаги маълум чизиқ бўйича юргизилса, Q қалам P нина юрган чизиққа ўхшаш чизиқ чизади. Бунда нусха кичрайган масштабда кўчирилади.

Агар нусхани асл нусхага нисбатан йирик масштабда кўчириш керак бўлса, юқоридаги ишнинг тескариси бажарилади.

Калька ёки восковкага нусха кўчиришда чизма масштаби ўзгармайди. Бунда асл нусха текис столга қўйилади, унинг устига эса калька қўйиб кнопка ёки скрепкалар билан маҳкамланади; кейин калька орқали кўринган асл нусхадаги чизиқлар устидан туш ёргизиб чиқилади. Калька об-ҳавога қараб ўзгарганидан аниқ ишларда астралон ёки экалон ишлатилади.

Нусхани оқ қоғозга кўчириш учун усти ойнали махсус столга асл нусхани ва унинг устига оқ қоғоз қўйиб, ойна остидан лампочка билан ёруғлик берилади, қоғоз тагидан кўриниб турган асл нусхадаги шакллар устидан юргизиб чиқилади.

Квадратлар тўри билан нусха кўчириш учун асл нусха ва тоза қоғозда кичик ўлчамда ўзаро тенг бўлган ёки маълум нисбатда квадрат катаклар ясалади. Квадрат томонларига нисбатан пландаги характерли нуқталар ўрни перпендикуляр усули билан аниқланади, кейин пропорционал циркуль ёки ўлчагич ёрдамида нуқталар ўрни тоза қоғозда белгиланади.

Фотографик усулда нусха кўчириш. Бу усул кейинги вақтда кўпроқ қўлланила бошлади. Бунда ёруғлик сезувчи қоғозлардан фойдаланилади. Бунинг учун аввал план нусхаси калькага кўчирилади. Кейин уни махсус ойнали рамка устига қўйиб, устига ёруғлик сезувчи қоғоз маҳкамланади. Сўнгра ойна томондан 2 — 5 сек давомнда қуёш нури туширилади. Калькадаги нусха ёруғлик сезувчан қоғозга кўчади.

Фотографик усулда планни тез ва осон катталаштириб ёки кичрайтириб кўп нусха олиш мумкин. Ҳозир нусха кўчиришда Эра машинаси кўпроқ ишлатилади.

4- §. Масштаблар

План, карта ва профиль маълум масштабда чизилади, ситуация, рельеф эса маълум шартли белгилар билан белгиланади. Жойдаги узунликни планда тасвирлашда кичрайтириш *план масштаби* дейилади. Масштаб икки хил бўлади: а) соний масштаб; б) графикавий масштаб.

Сурати бир бўлиб, махражи кичрайтириш даражасини кўрсатувчи оддий каср соний масштаб дейилади. Масалан, $\frac{1}{200} : \frac{1}{500} : \frac{1}{1000}$

каби. Агар соний масштаб 1:1000 бўлса, қоғоздаги 1 см жойдаги 1000 см = 10 м га тўғри келади ёки, аксинча, қоғоздаги 1 см жойдаги 10 м га тўғри келса, соний масштаб 1: 1000 бўлади.

Қоғоздаги кесма узунлиги l нинг шу кесмага тўғри келадиган жойдаги масофа узунлиги L га нисбати *план масштаби* дейилади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{l}{L} = \frac{1}{M} \quad (II.1)$$

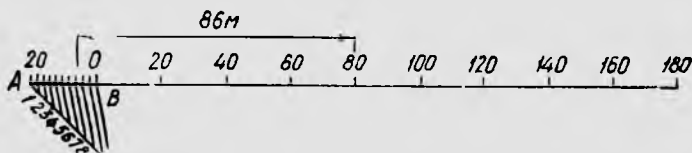
бу ерда M — масштаб махражи, (II.1) дан

$$L = lM \quad (II.2)$$

бўлади. Масалан, план масштаби $\frac{1}{2000}$ бўлганда планда узунлиги 3 см бўлган кесманинг жойдаги узунлиги $L = 3 \cdot 2000 = 6000 \text{ см} = 60 \text{ м}$ бўлади. Инженерлик ишларида 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000 каби соний масштаблар кўпроқ ишлатилади. Масштаб махражи кичик сон бўлса, масштаб йирик, катта сон бўлса, майда дейилади.

Графикавий масштаб оддий чизигий ва кўндаланг чизигий бўлади.

Оддий чизигий масштаб яшаш. $\frac{1}{2000}$ соний масштаб берилган дейлик. Оддий чизигий масштаб яшаш учун аввал соний масштабдан чизигий масштабга ўтиш керак. Мисолда 1 см 2000 см га (20 м га) тўғри келади. Кейин ихтиёрий, масалан, 10 см узунликда тўғри чизик кесмаси олинади. Бу кесма чап учидан бошлаб, 1 см дан 10 ёки 2 см дан 5 бўлакка бўлинади. Мисолда 1 см олинган. Бу бўлаklarнинг ҳар бири масштаб асоси дейилади. Чап томондаги биринчи асоси AB ўзаро тенг бўлган ўнта бўлакка бўлинади (12-шакл). Бу-



12- шакл.

нинг учун A нуқтадан ихтиёрий бурчак остида AC чизик ўтказилади шу чизик бўйлаб A нуқтадан бошлаб ихтиёрий бирор кесма кетмакет 10 марта қўйиб чиқилади. C ва B нуқталар туташтирилади. AC чизикда белгиланган нуқта (1, 2, 3, . . . , 10) лардан CB га параллел чизиклар ўтказилса, AB асоси 10 та тенг бўлакка бўлинади. Масштаб асоси $l = 1$ см бўлса, бунга тўғри келадиган жойдаги масофа L формула (II. 2) билан топилади:

$$L = l \cdot M = 1 \cdot 2000 \text{ см} = 20 \text{ м}.$$

Шунга кўра, B нуқтага 0, A нуқтага 20 сонлари ёзилади. B нуқтадан ўнг томондаги бўлаklarга 20, 40, 60, . . . , 180 сонлари ёзилади. Бунда масштаб асосининг бир бўлаги 2 м га тенг. Шу масштаб бўйича жойда ўлчанган 86 м ни ўлчаб қўйиш учун ўлчагичнинг бир оёғи 0 дан ўнг томондаги 80 сони ёзилган бўлакка, иккинчи оёғи эса 0 дан чап томондаги майда бўлакнинг учинчисига қўйилади (12- шаклга қаранг). Агар бир метр ёки ундан кичик масофаларни кўрсатиш керак бўлса, асоси бир бўлагининг ярми ёки ундан кичик бўлаги кўз билан чамалаб олинади.

Кўндаланг чизигий масштаб яшаш. Масштаб бўйича кичик бўлаklarни аниқ олиш учун кўндаланг масштаб ишлатилади. $\frac{1}{2000}$ соний масштаб учун энг кичик бўлагини $xy = 1$ м бўлган кўндаланг масштаб яшаш керак, дейлик. Бунинг учун соний масштабдан чизигий масштабга ўтилади. Соний масштабга биноан, пландаги 1 см жойдаги 2000 см = 20 м га тўғри келади. Метр системасида кўндаланг масштаб яшаш учун масштаб асоси 2 см олинади ва бундай масштаб

нормал масштаб дейилади. Шунга кўра, масштаб асоси 2 см жойдаги 40 м га тўғри келади, яъни $l = 2$ см, $M = 2000$ бўлганидан (II. 2) га кўра $L = 2 \cdot 2000 = 4000$ см = 40 м бўлади.

Қўйдаланг масштабнинг энг кичик бўлаги қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$xy = \frac{L}{mn}, \quad (\text{II. 3})$$

бу ерда xy — масштабнинг энг кичик бўлаги, m (юқоридаги мисолда $xy = 1$ м); L — масштаб миқдори, m (мисолда $L = 40$ м); n — асосидаги бўлақлар сони; n — баландликдаги бўлақлар сони.

m , n ларни аниқлаш учун формулага миқдорларнинг сон қийматлари қўйилади:

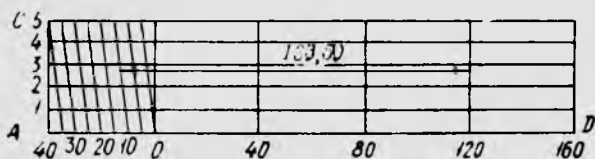
$$xy = 1 = \frac{40}{mn} \text{ ёки } mn = 40.$$

40 сони бир-бирига тенг ёки яқин бўлган икки кўпайтирувчига (8 ва 5 га) ажратилади, яъни $mn = 40 = 8 \cdot 5$ ($m = 8$, $n = 5$).

Масштаб ясаш учун бирор AD тўғри чизиқ олиб, унинг чап учи A дан бошлаб кетма-кет 2 см дан қўйилади (13-шакл). Топилган нуқталардан перпендикуляр чизиқлар чиқарилади. Чап томондаги перпендикулярга ихтиёрий узунликдаги (қўйинча масштаб асосига тенг қилиб) кесmani қўйиб, C нуқта топилади. C дан масштаб асосига параллел қилиб чизиқ ўтказилади. Ҳосил бўлган тўғри тўртбurchакликларнинг чапдан биринчиси олинади. AB томон тенг 8 бўлақка оддий масштабдаги каби бўлинади ва биринчи бўлақ C нуқта билан туташтирилади. Бу оғма чизиқ трансверсал чизиқ дейилади. AB чизиқдаги қолган нуқталардан трансверсал чизиққа параллеллар ўтказилади. Сўнггра AC чизиқ 5 та тенг бўлақка ($n = 5$) бўлиниб, ҳар бўлақдан масштаб асосига параллел чизиқлар ўтказилса, кўндаланг масштаб ясалган бўлади.

Масштабдан фойдаланиш учун B нуқтага ноль қўйилади. Масштаб асоси 2 см = 40 м деб олингани учун масштаб 13-шаклда кўрсатилганидек тузилади.

Энг кичик бўлаги $xy = 1$ м бўлганидан AC чизиқдаги бўлақлар 1, 2, 3, 4, 5 рақамлар билан белгиланади. Масштаб асосининг бир бўлаги 5 м га тенг. Шу масштаб бўйича жойда ўлчанган 132,80 м ни олинч шаклда кўрсатилган (13-шакл).

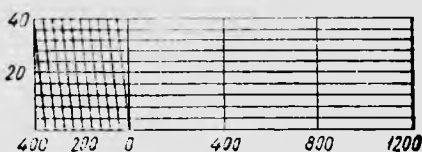


13-шакл.

Агар соний масштаб $\frac{1}{5000}$, $xy = 1$ м бўлса, кўндаланг масштабда

$L = 100$ м бўлади. Бунда, (II. 3) га биноан, $mn = \frac{100}{1} = 100 = 10 \cdot 10$, яъни $m = 10$ ва $n = 10$ бўлганлиги учун, масштаб асоси ҳам, баландлиги ҳам 10 бўлакка бўлиб чиқилади, бу эса юзлик кўндаланг масштаби дейилади. Юзлик кўндаланг масштаб 14-шаклда ва 1-тошчирикда келтирилган.

Соғлом кўз билан пиланда 0,1 мм узунлигини аниқлаш мумкин. Шунга кўра, 0,1 мм қиймат масштабнинг графикавий аниқлиги дейилади. Пиландаги 0,1 мм га тўғри келган жойдаги масофа эса масштаб аниқлиги дейилади ва қуйидагича белгиланади:



14- шакл.

$$t = 0, 1 \text{ М.}$$

Биринчи мисолда $t = 0, 1 \cdot 2000 = 0,20$ м, иккинчи мисолда $t = 0, 1 \cdot 5000 = 0,5$ м.

Масштаб нормал ва юзлик бўлса, аниқлик энг кичик бўлакнинг ярмига тенг бўлади: $t = \frac{xy}{2}$.

Берилган аниқликка қараб, формула (II. 4) бўйича кичрайтириш даражасини ва план масштабини топиш мумкин. Масалан, $t = 0,5$ м бўлган кўндаланг масштабнинг махражи

$$M = \frac{t}{0,1} = \frac{0,5}{0,1} = 5000$$

бўлади; шунга кўра, план масштаби $\frac{1}{5000}$ бўлади.

Кўчирма масштаб ясаш. Махражи метр системаси қондаларига тўғри келмайдиган масштабларда чизилган план, карталардан фойдаланишда кесма узунлигини метр билан ифодалаш учун кўчирма масштаб ясалади. Масалан, аэросурат масштаби 1:16400 дейлик, бунга қуйидагича кўчирма масштаб ясалади.

Соний масштаб бўйича пиландаги 1 см жойдаги 16400 см = 164 м га тўғри келади. 200 м га тўғри келадиган сон қуйидаги пропорциядан топилади:

$$\frac{1}{164} = \frac{l}{200}$$

бундан

$$l = \frac{200 \cdot 1}{164} = 1,22 \text{ см}$$

бўлади ёки 400 м га, 2,44 см тўғри келади. Юзлик кўндаланг масштаб ясаш учун бир тўғри чизик чизилади. Масштаб асоси 2,44 см қилиб олинади ва 10 га бўлиб чиқилади (яъни $m = 10$, $n = 10$ бўлади). Рақамлар эса шаклда кўрсатилганидек ёзилади (14-шакл).

Масштабнинг энг кичик бўлаги x_y қиймати (II. 3) га кўра

$$x_y = \frac{400}{10 \cdot 10} = 4 \text{ м}$$

бўлади. Асосининг бир бўлаги 40 м бўлганидан шаклдагича расмийлаштирилади.

Планидан олинган кесма бу масштабга қўйилса, қиймат m ҳисобида инфоцаланади.

Кўчирма масштаб метр системасидаги нормал масштабдан асосининг узунлиги билан фарқ қилади.

5- §. Шартли белгилар

План ва карта чизишда жойи ситуацияси — йўллар, ўрмон, экинзор ва бошқалар ва рельефи турли шартли белгилар билан кўрсатилади. Шартли белгилар контурли ёки масштабли ва мансabatсиз бўлади.

Берилган масштаб бўйича контурини планда тасвирлаш мумкин бўлган маҳаллий предметлар ўрни (масалан, катта ер майдонлари, ўрмон ва кўллар) масштабли шартли белгилар билан кўрсатилади.

Катта хўжалик аҳамиятига эга бўлган кичик маҳаллий объектларни (масалан, тош ва темир йўлларни) контур белги билан кўрсатиб бўлмайди, чунки кичик масштабда улар чизик ва нуқтага айланади. Шунинг учун булар масштабсиз шартли белгилар билан кўрсатилади.

Қабул қилинган шартли белгиларнинг шакл ва ўлчамлари Геодезия ва картография Бош бошқармаси 1973 йили тузган «Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500» номли инструкцияда берилган. План чизишда шундан фойдаланилади. Топографик план ва карталарда рельеф асосан бир хил отметкадаги нуқталардан ўтайдиган эгри чизик горизонталлар билан тасвирланади. Планда ёзувлар юқори ва қуйи рамкага параллел қилиб ёзилади. Дарё, канал ва тизма тоғларининг номлари уларнинг оқиш ва пасайиш томони бўйича ёзилади. Горизонталларнинг отметкаси горизонталнинг узилган ерига сон жойининг кўтарилиши бўйлаб ёзилади. Ҳар 5 ёки 10 м дан ўтувчи горизонталлар йўтонроқ чизилади. Жойининг пасайиш ёки кўтарилишини яққол кўрсатиш учун пасайишга томон *берг штрих* чизилади.

План тузишда турли бўёқлар ишлатилади. Сув ҳавзаларининг чегаралари кўк, ўртаси эса ҳаво ранг бўёқ билан, рельеф ва қумликлар жигар ранг бўёқ билан кўрсатилади. Ёзувлар қора туш билан ёзилади. Йўл, бино чизиклари ҳам қора туш билан чизилади.

Мисол тариқасида инструкция бўйича 1:2000 масштабда план чизиш учун Ўрта Осиё шаронтида кўл учрайдиган ситуация ва рельеф

шартли белгилари 1-топшириқ-да (иловаларга қаранг) кўрсатилган. 1-топшириқ масштаб ва шартли белгилар чизишини ўрганишдан иборат.

15-шаклда геодезик номларнинг шартли белгиланиши кўрсатилган.

III Б О Б

ЎЛЧАШ ВА ХИСОБЛАШ

6-§. Ўлчаш

Геодезик ишлар асосан ўлчашдан иборатдир. Ўлчов бирликларни бир хил бўлган иккала миқдордан бирини иккинчисига таққослаш ва унда шу бирликдан қанча борлигини аниқлаш *ўлчаш* дейилади. Ўлчаш иши икки хил — *бевосита* ва *билвосита* бажарилади.

Агар ўлчанадиган миқдор қиймати ўлчаш қуроли билан тўғридан-тўғри ўлчаб олинса (масалан, масофа пулат лента билан ўлчанса), бу *бевосита ўлчаш* дейилади. Агар ўлчанадиган миқдор қиймати ўлчаш қуроли билан тўғридан-тўғри ўлчанмай, ўлчанган бошқа миқдор қиймати орқали математикавий муносабатларга асосан ҳисоблаб топилса, бу *билвосита ўлчаш* дейилади.

Масалан, бирор учбурчакликнинг иккита α ва β бурчаги теодолит билан ўлчаб топилса, бу бевосита ўлчаш, учинчи γ бурчаги формула $\gamma = 180 - (\alpha + \beta)$ билан ҳисоблаб топилса, бу билвосита ўлчаш бўлади.

Бирор катталиқни ўлчаш сонига қараб ўлчаш иккига: зарурий ва ортиқча ўлчаншларга бўлинади. Номалълум миқдорнинг қийматини аниқлаш учун керакли ўлчаш сони *зарурий ўлчаш* дейилади. Ўлчаш сони бундан ошса, *ортиқча ўлчаш* дейилади. Масалан, номалълум миқдор қийматини аниқлаш учун уни энг камиди бир марта ўлчаш зарур, бу зарурий ўлчаш бўлади. Агар шу миқдор n марта ўлчанса, $n - 1$ ортиқча ўлчаш бўлади. Ўлчаш шароитининг ўзгариш-ўзгар-

Объектлар номи	Шартли белгиланиши
Астрономик пунктлар	40  12
Триангуляция пунктлари	30  33 393
Полigonометрик пунктлар	20  20 93 344,9
Жойда маҳкам белгиланган съёмка пунктлари	25  15 385,9
Чегаравий столбалар	 15
Фундаментал реперлар	20  21 378,97
Мувоқат реперлар	 20 617,96
Дебарий репер ва маркалар	20  21 670,00
Қурилиш тўрими ўрнатил реперлари	35  15 52
Рейка пикетлари	12  685,8
Координата чизиқларининг кесилган нуқтаси	30  30

15-шакл.

маслигига қараб, ўлчаш тенг аниқли ва тенг аниқсиз бўлади. Ўлчаш иши бир шароитда, бир асбоб ва бир киши томонидан бир усул билан бажарилса, топилган натижалар бир хил аниқликда бўлади ва бу *тенг аниқлик* ўлчаш дейилади. Ўлчаш иши турли шароитда, турли асбоб билан, кўпчилик кишилар томонидан турлича бажарилса, ўлчаш бир хил аниқликда бўлмайди ва бундай ўлчаш *тенг аниқсиз* ўлчаш дейилади.

Геодезик ишларда, кўпинча, чизик узунлиги ва бурчак катталиги ўлчанади. Бу миқдорларни баъзи сабабларга кўра хатосиз ўлчаш анча қийин. Узунликларни ўлчашда см, мм, бурчакларни ўлчашда эса мин., сек, хато бўлади. Бирор масофа ёки бурчак такрор-такрор ўлчанганида натижалар бир-биридан фарқ қилади. Шунинг эътиборга олиб, бирор масофа ёки бурчакни аниқ ўлчаш учун, шу масофа ёки бурчак бир неча бор ўлчанади ва унинг ўрта арифметик қиймати топилади. Масалан, бирор масофа n марта ўлчаниб $l_1, l_2, \dots, l_n$ қийматлар топилган, дейлик. Бу қийматларнинг ўрта арифметик қиймати қуйидагича бўлади:

$$L = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} = \frac{[l]}{n}, \quad (\text{III. 1})$$

бу ерда $[l]$ — Гаусс кўрсатишида натижаларнинг йиғиндиси.

Ўлчаш сони n қанча катта бўлса, L нинг қиймати ҳам шунча аниқ чиқади.

Одатда, масофа (ёки бурчак) энг камидан икки марта ўлчанади. Ўлчаш натижаларининг ўрта арифметик қиймати топилади. Талабга ва ўлчаш шароитига қараб, ҳисоблан натижаси маълум аниқликда яхлитланади. Демак, ўлчаб, ҳисоблаб топилган қиймат ўлчанган миқдорнинг ҳақиқий қиймати бўлмай, балки ҳақиқий қийматига яқин тақрибий қиймати бўлади. Тақрибий сонларда маълум даражада хато бўлади. Ўлчанган миқдорларининг қийматларини яхлитлаб, маълум аниқликда тақрибий сонлар билан ифодалашда тақрибий ҳисоблан ишлари бажарилади. Ҳисоблан ишларини ихчамлаш ва осонлаштириш учун турли усуллардан, ҳисоблан қуроллари ва машиналаридан, жадвал, график, тахминий формула ва ҳоказолардан фойдаланилади; бу ишлар йиғиндиси *ҳисоблан техникаси* дейилади.

7- §. Тақрибий сонлар

Ўлчаш ишларида тақрибий сонлар кўп учрайди. Тақрибий сонлар, талаб қилинган аниқликка қараб, маълум қоида бўйича яхлитлаб олинади.

Тақрибий сонларни яхлитлаш. Кўпинча ўзли каср билан ифодаланган сонлар яхлитланади.

Сонлар ўндан биргача, юздан биргача, мингдан биргача ва ҳоказо яхлитланиши мумкин. Яхлитлашда соннинг қисқартириладиган рақами бешдан кичик бўлса, у ва ундан ўнггаги рақамлар тушириб қолдирилади (бунда яхлитланган сон қиймати берилган сон қийматидан кичик бўлади), бешдан катта бўлганида эса қисқартириладиган рақам олдидаги ра-

қамга бир қўйилади (бунида яхлитланган сон қиймати берилган сон қийматидан катта бўлади). Масалан, 125,6374 сонини юздан биргача яхлитлашда 125,64, ўндан биргача яхлитлашда эса 125,6 бўлади.

Агар яхлитлашда қисқартириладиган рақам 5 бўлса, юқоридаги икки ҳолатнинг бирини қилиш мумкин, яъни 5 дан чаңдаги рақам жуфт бўлса, 5 ташланади, тоқ бўлганда эса унга бир қўшиб ёзилади. Масалан: 94,7352 ни яхлитлашда 94,74 ёзилади, 86,3853 яхлитланганда эса 86,38 бўлади. Демак, сонлар яхлитланганда маълум хатога йўл қўйилар экан.

Яхлитлан натижасида қилинган хато яхлитландан кейин қолган соннинг охири рақами биринининг ярмидан кичик бўлади.

Катта сонлар баъзан даража кўрсаткичи билан ҳам ифодаланади. Масалан, 12 000 ни $12 \cdot 10^3$; 3 800 000 ни $38 \cdot 10^5$; 0,00051 ни $51 \cdot 10^{-4}$ деб ёзиш мумкин.

Тақрибий сонларни тўғри ёзиш уларнинг аниқлигини тўғри белгиланга ёрдам беради. Миқдор қандай аниқликда ўлчанган бўлса, у шу аниқликда ёзилиши керак. Масалан, чизик см аниқлигида ўлчанганида сон 125,3 кўринишида эмас, балки 125,30 шаклда, яъни охирига ноль қўшиб ёзилиши керак.

Бурчак бир минутгача аниқликда ўлчанган бўлиб, қиймати $15''$ бўлса, буни $15'$ шаклда эмас, балки $15' 00''$ кўринишида ёзиш керак.

Соннинг ишончли рақамлари *аниқ рақам* дейилади. Масалан, чизик см гача аниқликда ўлчанган бўлиб, қиймати мм гача ёзилса, сантиметр аниқ рақам, миллиметри ишончсиз бўлганидан ноаниқ рақам бўлади.

Икки миқдор орасидаги соннинг ўртача қийматини ҳисоблашда натижадаги рақамлар сонига берилган сон рақамларига қараганда битта ёки иккита ортиқча рақам қўшиб ҳисобланади ва ёзилади.

Сондаги ортиқча рақам шу соннинг қандай ҳисобланганини кўрсатади. Ортиқча рақам сон охирида вергул билан ажратилади ёки кичик қилиб ёзилади. Масалан, II класс триангуляциядаги бурчак синусининг логарифмларини ҳисоблашда $9 \cdot 9010086_n$ ёки $9 \cdot 9625549_n$ каби ёзилади. Касрли сонларни ёзишда бутун қисми каср қисмидан вергул билан ажратилади. Сон логарифмининг характеристикаси унинг мантиссасидан нуқта билан ажратилади. Масалан, $a = 0,0034$ сонининг логарифми $\lg a = 3 \cdot 53148$ ёки $\lg a = 7 \cdot 53148_{-10}$ каби ёзилади. Манфий сон логарифмининг охирига кичик n ҳарфи қўйилади. Масалан, -2 нинг логарифми $0,30103_n$ деб ёзилади.

Сонларни аниқ, равиан қилиб ёзиш керак. Катта (кўп рақамли) сонларни бўлакларга бўлиб (групилаб) ва ажратиб ёзиш лозим. Масалан, нуқта координатасини ёзишда $x = 4\,605\,381,25$ м; $y = 12\,555\,533,63$ м каби ёзиш керак.

Аҳамиятли рақамлар. Сонларнинг аниқлиги берилган сондаги ўнли (вергулдан кейинги) хоналар ва сонни ташкил қилувчи аҳамиятли рақамлар билан белгиланади. Берилган ҳар қандай соннинг биринчи рақамининг чап томондаги нолдан бошқа ҳамма рақамларига ва номаълум ёки қисқартирилган рақам ўрнида ёзилган ўнг томондаги ноллар аҳамиятли рақам дейилади. Масалан, 3,465 сонда

учта ўили хона, тўртта аҳамиятли рақам бор; 0,00340 сонда бешта ўили хона, учта аҳамиятли рақам бор, 0,0306 сонда тўртта ўили хона, учта аҳамиятли рақам бор.

Тақрибий сонларни қўшиш. Тақрибий сонларни қўшиш учун улар олдин маълум аниқликкача яхлитланади. Яхлитланида қўпол компонентдаги* рақамлар сонига эътибор берилади. Масалан, 1,7326; 3,84; 15,3 ва 0,168 тақрибий сонларни қўшиш керак, дейлик. Бунда 15,3 сон қўпол компонентдир. Бундаги сонлар хоналари қўпол компонентнинг ўили хонасидан битта ортиқ қилиб яхлитланади, сўнгра арифметика қондасига биноан қўидагича қўшилади:

$$\begin{array}{r} 1,73 \\ 3,84 \\ + 15,30 \\ 0,17 \\ \hline 21,04. \end{array}$$

Тақрибий сонларни айириш. Айиришда ҳам қўишдаги қонда сақланади. Масалан, 285,7 дан 12,463 ни айириш учун аввало 12,463 сонни 12,46 қўишисинда яхлитлаш керак:

$$\begin{array}{r} 285,70 \\ - 12,46 \\ \hline 273,24. \end{array}$$

Тақрибий сонларни кўнайтириш. Тақрибий сонларни кўнайтиришда компонент (кўишувчи ва кўнайтирувчи) лардаги аҳамиятли рақамлар сон кўпол компонент рақамлари сонидан битта ортиқ қилиб яхлитланади. Кўнайтириш ва бўлишда аҳамиятли рақамни зиг кам бўлган сон қўпол компонент деб аталади. Масалан, 6,4 ни 0,03245 га кўнайтириш керак, дейлик. Бундаги биринчи сонда иккита аҳамиятли рақам бўлганлиги учун иккинчи сон (0,03245) учта аҳамиятли рақам (0,0324) қолдариб яхлитланади ва улар бир-бирига одатдагидек кўнайтирилади ва кўнайтма қўпол компонентдаги аҳамиятли рақам сонига тенг қилиб яхлитланади: $6,4 \cdot 0,0324 = 0,21$.

Агар кўнайтирувчи ёки кўишувчининг чандан биринчи рақами 1 бўлса, бу аҳамиятли рақам ҳисобига киритилмайди. Масалан, $3,8 \cdot 0,15283$ берилса, 0,15283 ни 0,1528 шаклида яхлитлаш ва кўиш кўнайтириш лозим:

$$3,8 \cdot 0,1528 \approx 0,58.$$

Тақрибий сонларни бўлиш. Бунда ҳам кўнайтиришдаги қонда сақланади. Бўлинувчи, бўлувчи ва бўлинмалардаги аҳамиятли рақамлар сон боти компонентлар (бўлинувчи ва бўлувчи) даги аҳамиятли рақамлар сонига тенг бўлиши керак. Масалан, $3,6:0,493$ ни $3,6:0,49 = 7,3469$ шаклида эмас, балки $3,6:0,49 = 7,3$ шаклида яхлитлаб ёзилади.

* Қўиш ва айиришда берилган сонлар ичидаги ўили хонаси кам бўлган сон қўпол компонент дейилади.

Агар бўлинувчи, бўлувчи ёки бўлинманинг биринчи рақами I бўлса, шу сондаги I рақами аҳамиятли рақамлар сонига кирмайди. Масалан, $6,37:0,62$ ни $6,4:0,62 = 10,3$ қилиб ёзамиз. Ёки $3,2:1,24 = 2,5806$ ни қўпол компонентга яхлитлаб, $3,2:1,24 = 2,6$ каби ёзамиз.

Тақрибий сонларни даражага кўтариш. Тақрибий сонларни даражага кўтаришда даражага кўтариладиган сонда қанча аҳамиятли сон бўлса, натижада ҳам шунча аҳамиятли сон қолдириш керак. Масалан, $35,61^2 = 1268,0721$ шаклида эмас, балки $35,61^2 = 1268$ шаклида ёзилади.

Тақрибий сонларни илдиздан чиқариш. Тақрибий сонларни илдиздан чиқаришда натижадаги аҳамиятли рақамлар сони нечта бўлса, илдиз остидаги сон шунча аҳамиятли рақам билан яхлитланади. Масалан, $\sqrt{3256,54}$ дан учта аҳамиятли рақами бўлган сон чиқариш керак бўлса, илдиз остидаги сонда ҳам учта аҳамиятли рақам қолдириб яхлитланади, шунда $\sqrt{3260} = 57,1$ бўлади.

Тақрибий сонларни логарифмлаш. Тақрибий сонларни логарифмлашда жадвал аниқлиги, яъни жадвал хоналарининг сони тақрибий сондаги тўғри рақам сонига тенг бўлиши керак.

Масалан, сон тўртта тўғри рақамли бўлса, етти хонали жадвал ишлатмай, тўрт ёки беш хонали жадвал ишлатиш kifоя.

8- §. Кичик бурчак тригонометрик функцияларининг қиймати

Геодезик ҳисоблаш ишларида кичик бурчакнинг синус ва тангенс функциялари кўп учрайди. Агар бурчак кичик бўлиб, у радиан ўлчовида α деб белгиланса, ёй ва тангенс чизини ўртасида фарқ жуда кичик бўлади, шунга кўра қуйидагини ёзини мумкин:

$$\sin \alpha \approx \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha.$$

Маълумки, радиан 1 бўлганда (яъни $\alpha = 1$ бўлганда) унинг градус ўлчовидаги қиймати:

$$\rho = 57,3^\circ = 3438' = 206265''$$

бўлади, шунга кўра:

$$\sin 1^\circ \approx \operatorname{tg} 1^\circ \approx \frac{1}{57,3}; \quad \sin 1' \approx \operatorname{tg} 1' \approx \frac{1}{3438}; \quad \sin 1'' \approx \operatorname{tg} 1'' \approx \frac{1}{206265}$$

ёки

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{\alpha^\circ}{57,3} \approx \frac{\alpha'}{3438} \approx \frac{\alpha''}{206265}$$

бўлади. Юқоридагиларга биноан:

$$\operatorname{tg} \alpha = \sin \alpha = \alpha' \sin 1' = \alpha'' \sin 1''.$$

9- §. Бурчак ўлчаш бирликлари

Геодезик ишларда бурчак қиймати градус, град, вақт, радиан бирликларида ўлчанади.

Градус ўлчови. Саноатимизда ишлаб чиқариладиган бурчак ўлчаш асбобларининг кўпчилиги (ҳисоблаш жадваллари ҳам) градус ўлчовига мосланган. Градус ўлчовида айлана 360 градусга, бир градус 60 минутга, бир минут 60 секундга бўлинади. Айлана = 360°, 1° = 60', 1' = 60". Ўлчанган бурчак α нинг катталиги 85 градус 35 минут 18 секунд бўлса, у қуйидаги шаклда ёзилади:

$$\alpha = 85^{\circ} 35' 18''.$$

Град ўлчови. Бу ўлчов ўнли система асосида тузилган бўлиб, кўпинча, чет давлатларда ишлаб чиқариладиган асбоблар шу системага мосланган. Град ўлчовида айлана 400 град (g) га, бир град 100 ўнли минутга, бир минут 100 ўнли секундга тенг. Бу боғланиш қуйидагича ёзилади ва белгиланади. Айлана = 400g; 1g = 100'; 1' = 100". Бу системада бурчак қиймати 125, 586345g бўлса, у 125g 58' 63,45" ёки 125g 58' 63,45" шаклида ёзилади.

Градус ва град ўлчовлари ўртасида қуйидаги муносабат бор:

$$\begin{array}{ll} 1^g = 0,9^{\circ}; & 1^{\circ} = 1,11111^g \\ 1^c = 0,54'; & 1' = 1,85185^c \\ 1^{cc} = 0,324''; & 1'' = 3,08642^{cc} \end{array}$$

Вақт ўлчови. Бу ўлчов бирлиги астрономияда ва геодезик астрономиянинг кузатиш ишларида қўлланилади. Бу ўлчовга асос қилиб бир сутка (24 соат) олинган. Шунга кўра, сутка 24 соатга, бир соат 60 минутга, бир минут 60 секундга бўлинади (соат h билан, минут m билан, секунд s билан белгиланади) ва қуйидагича ёзилади: сутка = 24^h; 1^h = 60^m; 1^m = 60^s.

Бу системада бурчак қиймати қуйидагича ёзилади:

$$\alpha = 13^h 38^m 43^s$$

Радиан ўлчови. Бу — аналитик ўлчов бирлиги бўлиб, математикавий ҳисоблаш ишларида кўп қўлланилади. Радиан ўлчовида бурчак ёй узунлигининг радиусга бўлган нисбати билан ифодаланади. Айлана узунлигининг радиусга нисбати 2π деб олинади; шунда $360^{\circ} = 2\pi$, $180^{\circ} = \pi$, $90^{\circ} = \frac{\pi}{2}$ га тўғри келади. Маълумки, $\pi = 3,14159$.

1 радианнинг градус ўлчовидаги қиймати ρ билан белгиланади; $\rho = \frac{180^{\circ}}{\pi}$ бўлганидан $\rho = 57,29578^{\circ} = 3437,7468' = 206264,81''$ ёки $\rho = 57,28578^{\circ} = 57^{\circ} 17,7468' = 57^{\circ} 17' 44,8''$ бўлади. Радианнинг град қиймати $\rho^g = \frac{200g}{\pi}$ ёки $\rho^g = 63,6620g$; $\rho^c = 6366,20^c$; $\rho^{cc} = 636620^{cc}$.

Радян ўлчовидан градус ўлчовига ўтишда қуйидаги муносабатдан фойдаланилади. Берилган бурчакнинг радиан қиймати α билан белгиланса, унинг градус қиймати β қуйидагича бўлади:

$$\beta^{\circ} = \frac{180}{\pi} \cdot \alpha = \rho^{\circ} \cdot \alpha;$$

$$\beta' = \frac{180 \cdot 60}{\pi} \cdot \alpha = \rho' \cdot \alpha;$$

$$\beta'' = \frac{180 \cdot 60 \cdot 60}{\pi} \cdot \alpha = \rho'' \cdot \alpha.$$

Масалан, бурчакнинг радиан қиймати $\alpha = 1,25$ бўлса, градус қиймати $\beta = 57,30 \times 1,25 = 71,625$ ёки $71,62^{\circ}$ бўлади.

Бурчакнинг градус қиймати бўйича радиан қийматини аниқлашда қуйидаги муносабатдан фойдаланилади:

$$\alpha = \frac{\beta^{\circ}}{\rho^{\circ}} = \frac{\beta'}{\rho'} = \frac{\beta''}{\rho''},$$

β ва ρ бир хил бирликда олинади.

Мисол. Бурчакнинг градус қиймати $\beta = 15^{\circ} 25'$; бу минутга айлантирилса $\beta = 925'$ бўлади. Бурчакнинг радиан ўлчовидаги қиймати эса

$$\alpha = \frac{925}{3438} = 0,26905'$$

бўлади.

10- §. Ўлчаш хатолари

Ҳар қандай ўлчашда ҳам хато бўлади. Ўлчанадиган миқдорнинг ўлчаб топилган қиймати билан ҳақиқий қиймати орасидаги айирма *ўлчаш хатоси* бўлиб, у, кўпинча, *ҳақиқий хато* дейилади.

Агар миқдорнинг ҳақиқий қиймати x , ўлчанган қиймати l бўлса, хато Δ қуйидагича аниқланади:

$$\Delta = l - x. \quad (\text{III. } 2)$$

Асбоб камчилиги, ўлчовчининг етарли даражада сезувчан ва тажрибага эга бўлмаслиги, ташқи муҳитнинг асбобларга ва ўлчаш ишига таъсир этиши ва ҳоказолар натижасида ўлчаш хатолари келиб чиқади. Ҳар қайси фактор хатоси элементар хато бўлиб, буларнинг йиғиндиси *мураккаб хато* дейилади.

Бир миқдор n марта ўлчаниб, $l_1, l_2, \dots, l_n$ қийматлари топилган дейлик, шу миқдорнинг ҳақиқий қиймати x бўлса, ўлчаш хатолари қуйидагича ифодаланади:

$$\Delta_1 = l_1 - x;$$

$$\Delta_2 = l_2 - x;$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\Delta_n = l_n - x$$

Хатолар бир қаторга: $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ шаклда ёзилса, хатолар қатори ҳосил бўлади.

Хатолар қаторидаги абсолют қийматига кўра бошиқа хатолардан анча катта бўлган хато *қўпол* хато дейилади. Қўпол хато ўлчаш вақтидаги адашшидан келиб чиқади. Масалан, лентадан саноқ олишда 6 ўрнига 9 деб ёзилса, 3 м хато қилинади ва бу қўпол хато бўлади. Қўпол хатони йўқотиш учун шу масофа қайтадан ўлчанади.

Хатолар қаторидаги бирор хато бир хил ишора билан систематик равишда такрорланаверса, бу *систематик хато* дейилади. Масалан, лента узунлиги 20 м дан 2 см узун ёки калта бўлса, шу 2 см хато ҳар ўлчаш натижасига бир хил ишора ва қийматда таъсир этади.

Систематик хато асбобнинг камчилигига ва ўлчовчининг малакасига боғлиқ бўлади.

Асбобни яхшилаб текшириб, тузатиш ҳамда ўлчашда турли усуллардан фойдаланиш йўли билан систематик хатони камайтириш мумкин.

Хатолар қаторида хато турли ишора ва турли қийматда бўлиб, абсолют қиймати маълум чегарадан ошмаган ҳолда такрорланаверса, бу *тасодифий хато* дейилади.

Тасодифий хато маълум қонуният билан такрорланавермайди. Тасодифий хатонинг келиб чиқиш сабаби ҳам номаълум бўлади, демак, уни йўқотиш ҳам мумкин бўлмайди.

Тасодифий хатоларнинг такрорланиш хоссалари, ўлчаш натижаларига уларнинг таъсири ва уни камайтириш йўллари ўлчаш хатолари назариясида ўрганилади.

Геодезик масалаларини ҳал қилишда тасодифий хатоларнинг қуйидаги хоссалари эътиборга олинади.

1. Бир хил ўлчаш шартларида тасодифий хатолар абсолют қийматига кўра маълум чегарадан ошмайди; бу ҳол хатоларнинг *чеклик хоссаси* дейилади.

2. Абсолют қиймати кичик бўлган хатолар абсолют қиймати катта бўлган хатолардан кўпроқ учрайди; бу ҳол хатоларнинг *унимодал хоссаси* дейилади.

3. Абсолют қиймати тенг бўлган мусбат ва манфий хатолар бир миқдорда учрайди; бу ҳол хатоларнинг *симметриклик хоссаси* дейилади.

4. Тасодифий хатоларнинг ўрта арифметик миқдори ўлчаш сони кўпайиши билан нолга интилади; бу ҳол хатоларнинг *компенсация* (ўзаро ейилиш) хоссаси дейилади.

Тўртинчи хосса юқоридагилардан келиб чиқади, уни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n}{n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0 \quad (\text{III. 3})$$

5. Ўлчаш бир хил шартда бажарилса, тасодифий хато маълум чегарада бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$\lim \frac{[\Delta^2]}{n} = m^2, \quad (\text{III. } 3')$$

бу ерда m^2 — ўзгармас миқдор бўлиб, стандарт дейилади. m^2 — дисперсия (ёйилиш) деб аталади.

11- §. Эҳтимоллик назариясидан қисқача маълумот

Тасодифий хатоларнинг камайиши ва кўпайишига доир назарий масалалар эҳтимоллик назарияси ва математикавий статистика қоидалари асосида текширилади. Эҳтимоллик назарияси ўлчашда содир бўладиган кўпгина тасодифий ҳодисаларнинг қонуниятини ўрганадиган фандир. Бўлиш ва бўлмаслиги ноаниқ бўладиган ҳодиса *тасодифий ҳодиса* дейилади. Бир шароитда маълум ҳодисанинг такрорланиши бирор қондага бўйсунади. Агар n марта такрор ўтказилган тажрибада бир ҳодиса k марта учраса, шу ҳодисанинг n та тажрибадаги такрорланишининг p десак, у қуйидагича ифодаланади:

$$p = \frac{k}{n}$$

Масалан, ҳақиқий узунлиги x бўлган миқдор $n = 20$ марта ўлчанган, кейин ўлчаш хатолари аниқланганда қуйидаги жадвал ҳосил бўлган:

Хато қиймати, см	Хатолар сони, k	Хатоларнинг такрор ланиши, p
4 см	1	0,05
3 »	2	0,10
2 »	4	0,20
1 »	6	0,30
0 »	7	0,35
	20	1,00

Мисолда 4 см ли хато $k = 1$ марта учраганидан, унинг такрорланиши $p = \frac{1}{20} = 0,05$ га тенг. 2 см ли хато $k = 4$ марта учраганидан, унинг такрорланиши $p = \frac{4}{20} = 0,20$ бўлади ва ҳоказо.

Бир шароитда бажаришган ўлчаш натижаларининг шундай бир неча қаторини олиб қараганимизда бир ҳодисанинг такрорланиши ҳамма қаторда ҳам бир-бирига яқин бўлганини кўраемиз. Тажриба сони ошган сари такрорланиш бирдек бўла бошлайди ва маълум бир сонга яқинлашадики, бу сон *эҳтимоллий ҳодиса* дейилади. Ҳодисанинг эҳтимоллиги маълум шароитда ҳодисанинг юзага келиши қай даражада мумкинлигини ифодалайди. Такрорланиш, баъзан, *статистик эҳтимоллик* дейилади. Эҳтимоллик p билан белгиланади, унинг қиймати эса 0 билан 1 орасида бўлади:

$$0 \leq p \leq 1$$

Шунга кўра, содир бўлмайдиган ҳодиса эҳтимоллиги 0 га, бўлиши аниқ ҳодиса эҳтимоллиги эса 1 га тенг бўлади. Келтирилган жадвалда хатолар қиймати ва уларнинг такрорланиши тасодифий хатоларининг 1 ва 2 хоссаларининг яққол кўрсатади.

Эҳтимоллик назариясида тасодифий хатоларининг 1 ва 4 хоссалари ҳамда ўлчаш сонини n кўпайишини билан арифметик ўрта миқдор қиймати L ўлчанган миқдорнинг ҳақиқий қиймати x га яқинланиши, яъни $L \approx x$ бўлиши ҳам тўла неботланади.

12-§. Ўлчаш аниқлигини баҳолаш

Тенг аниқли ўлчаш натижаларининг аниқлик даражасини баҳолашда ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси m қабул қилинади, уни аниқлаш формуласи қуйидагича ифодаланади:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} = \pm \sqrt{\frac{[AA]}{n}}, \quad (\text{III. 4})$$

Бунда m — бир ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси.

Ўрта квадратик хатонинг ўлчанган қиймати, яъни $3m$ *чекли хато* дейилади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\Delta_{\text{lim}} = 3m \quad (\text{III. 5})$$

Баъзан чекли хато $2m$ га тенг қилиб ҳам олинади.

Ўрта квадратик ва чекли хатолар абсолют хатолар бўлиб, улар билан ҳамма вақт ҳам ўлчаш аниқлигини баҳолаб бўлавермайди.

Чизиқ узунлигини ўлчашда ўлчаш аниқлиги нисбий хато билан баҳоланади.

Нисбий хато. Чизиқ узунлигини ўлчашда содир бўлган хатонинг (Δd) чизиқнинг ҳақиқий узунлигига d бўлган нисбати $\frac{\Delta d}{d}$ *нисбий хато* дейилади. Нисбий хато сурати бир бўлган оддий каср билан ифодаланади. Масалан, узунлиги 295,36 м бўлган чизиқнинг ўлчаш хатоси 0,14 м бўлса нисбий хато $\frac{0,14}{295,36} = \frac{1}{2199}$ бўлади (сурат ва махражн 0,14 га қисқартирилади).

Бир чизиқни икки марта ўлчаб, $d_1 = 125,64$ ва $d_2 = 125,58$ м қийматлари топилган, дейлик. Бу ўлчашнинг нисбий хатосини ҳисоблаш учун аввало ўлчашнинг абсолют хатоси топилиб, чизиқ узунлигининг ўрта арифметик қийматига бўлинади.

Ўлчашнинг абсолют хатоси:

$$\Delta d = d_1 - d_2 = 125,64 - 125,58 = 0,06 \text{ м}$$

бўлади.

Чизиқ узунлигининг арифметик ўрта қиймати:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{125,64 + 125,58}{2} = 125,61 \text{ м.}$$

Нисбий хато:

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{0,06}{120,61},$$

ёки, сурат ва махражи 0,06 га бўлинса,

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{1}{2093}$$

бўлади.

Ўртача хато. Баъзан ўлчаш аниқлиги ўртача хато билан баҳоланади. Тасодикий хатолар абсолют қийматининг арифметик ўртаси *ўртача хато* дейилади ва қуйидагича ифодаланади:

$$V = \frac{|x_1| + |x_2| + \dots + |x_n|}{n} = \frac{[|x|]}{n} \quad (\text{III. 6})$$

Ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси билан ўртача хатоси орасида қуйидаги муносабат бор:

$$V = 0,8m. \quad (\text{III. 7})$$

Энг эҳтимоллий хато. Ўлчашнинг ўрта квадратик хатосини ҳамма вақт ҳам тасодикий хато билан ҳисоблаб бўлавермайди, чунки миқдорнинг ҳақиқий қиймати баъзан номаълум бўлади. Бундай вақтда миқдорнинг ҳақиқий қиймати ўрнига ҳақиқий қийматга энг яқин бўлган энг эҳтимоллий қиймат, яъни арифметик ўрта қиймат L қабул қилинади. Ўлчанган натижа билан арифметик ўрта қиймат орасидаги айирма энг эҳтимоллий хато ёки арифметик ўртанинг огиши дейилади ва қуйидагича ифодаланади:

$$v = l - L. \quad (\text{III. 8})$$

Ўлчаш сони n та бўлганда эса

$$v_1 = l_1 - L;$$

$$v_2 = l_2 - L;$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\frac{v_n = l_n - L}{[v] = [l] - nL}$$

бўлади. Бу ерда (III. I) ни ҳисобга олсак, энг эҳтимоллий хатолар йиғиндиси нолга тенг бўлади:

$$[v] = 0. \quad (\text{III. 8}')$$

Энг эҳтимоллий хато орқали ўрта квадратик хато қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}. \quad (\text{III. 9})$$

Арифметик ўрта қийматнинг ўрта квадратик хатоси M билан белгиланади ва у бир ўлчаш ўрта квадратик хатоси m орқали қуйидагича ифодаланади:

$$M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}. \quad (\text{III. 10})$$

Билвосита ўлчашда ўлчанадиган миқдор бошқа ўлчанган миқдорнинг функцияси эканлиги юқорида айтиб ўтилди. Аргумент хатоси орқали функция ҳам кўринишига қараб турлича хатога эга бўлади. Бунинг учун қуйидаги функцияларни олайлик.

1. $y = ax$ кўринишидаги бир аргумент ва коэффициентли функциянинг ўрта квадратик хатоси қуйидагича ифодаланади:

$$m_y = am_x, \quad (\text{III. 11})$$

бунда m_y — функциянинг ўрта квадратик хатоси; m_x — аргументнинг ўрта квадратик хатоси; a — ўзгармас коэффициент.

2. $y = x \pm z$ кўринишидаги икки аргументли функциянинг ўрта квадратик хатоси қуйидагича ифодаланади:

$$m_y^2 = m_x^2 + m_z^2 \text{ ёки } m_y = \pm \sqrt{m_x^2 + m_z^2}, \quad (\text{III. 12})$$

бунда m_y функциянинг ўрта квадратик хатоси; m_x ва m_z — аргументларнинг ўрта квадратик хатоси.

Агар $m_x = m_z = m$ бўлса, яъни аргументларнинг ўрта квадратик хатолари ўзаро тенг бўлса,

$$m_y = \pm m \sqrt{2} \quad (\text{III. 13})$$

бўлади, яъни қўшилувчи аргументлар хатоси тенг бўлганида функция хатоси аргумент хатосидан $\sqrt{2}$ марта катта бўлади.

3. $y = x_1 \pm x_2 \pm \dots \pm x_n$ кўринишидаги функциянинг ўрта квадратик хатоси қуйидагича ифодаланади:

$$m_y^2 = m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_n^2, \quad (\text{III. 14})$$

бунда $m_1, m_2, \dots, m_n$ — аргументларнинг ўрта квадратик хатоси. Агар $m_1 = m_2 = \dots = m_n = m$ бўлса,

$$m_y = \pm m \sqrt{n} \quad (\text{III. 15})$$

бўлади.

4. Ҳумий кўринишидаги функцияларнинг хатоси. Геодезик масалаларни ечишда турли кўринишидаги функциялар учрайди. Масалан, кўпайтманинг функцияси (тўғри тўртбурчаклик юзи $s = ab$), даражали функция (квадрат юзи $s = a^2$), тригонометрик ифодалар функцияси, (нисбий баландлик формуласи $h = dtg \alpha$, орттirma формуласи $\Delta x = d \cos \alpha$, $\Delta y = d \sin \alpha$ каби) ва бошқа турдаги функциялар. Бундай функциялар ҳумий кўринишида қуйидагича ифодаланса,

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

бунинг ўрта квадратик хатоси m_y қуйидагича топилади:

$$m_y = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 m_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 m_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 m_n^2}, \quad (\text{III. 16})$$

бу ерда $\frac{\partial f}{\partial x_1}$ — функциянинг ҳар аргументга кўра олинган хусусий ҳосиласи.

5. Кўпинча, ўлчаш натижасига бир неча мустақил манбадан келиб чиқадиган тасодифий хатолар таъсир этади; ўлчаш натижасидаги умумий хато Δ барча манбадан келган хатоларнинг йиғиндисига тенг:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots + \Delta_n, \quad (\text{III. 17})$$

бунда $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n$ — турли манбадан келган тасодифий хатолар. Масалан, теодолит билан бурчак ўлчашда ўлчаш натижасига теодолит ва вехани тўғри қўймаслик хатоси (яъни марказлаштириш хатоси), қаратиш, санюқ олиш хатолари таъсир этади. Бундай ҳолларда ўлчаш натижасининг аниқлиги қуйидаги формула билан баҳоланади:

$$m^2 = m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_n^2, \quad (\text{III. 18})$$

бунда m — функциянинг ўрта квадратик хатоси; $m_1, m_2, \dots, m_n$ — аргументларнинг ўрта квадратик хатоси.

14-§. Ўлчаш натижаларининг вазни

Тенг аниқли ўлчашда ўлчаш натижаларининг аниқлиги ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси билан баҳоланади. Тенг аниқсиз ўлчашда эса натижа аниқлиги вазн билан баҳоланади. Бир ўлчаш ўрта квадратик хатосининг квадратиغا тескари пропорционал бўлган қиймат вазн дейилади ва қуйидагича белгиланади.

$$p = \frac{\kappa}{m^2}, \quad (\text{III. 19})$$

бунда κ — ихтиёрый сон. Кўпинча $\kappa = 1$ деб олинади. Шунда $p = \frac{1}{m^2}$ бўлади.

Аниқликни баҳолашда, кўпинча, вазни бирга тенг бўлган ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси μ олинади. Вазни бир бўлган ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси бир ўлчаш ўрта квадратик хатосидан $\frac{1}{p}$ марта катта бўлади:

$$\mu = m \sqrt{p}. \quad (\text{III. 20})$$

Тенг аниқсиз ўлчашда арифметик ўрта қиймат ўлчаш вазнлари эътиборга олинган ҳолда топилади. Бу эса умумий арифметик ўрта қиймат дейилади ва L_0 билан белгиланади.

Масалан, бирор миқдорни бир киши p_1 марта тенг аниқли қилиб ўлчаб топган қиймати l_1 ; иккинчи киши p_2 марта ўлчаб топган қиймати l_2 ва, ниҳоят, n инчи киши p_n марта ўлчаб топган қиймати l_n бўлсин. Бу ердаги ўлчаш сонлари $p_1, p_2, \dots, p_n$ ўлчаш вазнлари бўлади. Бу миқдорнинг барча ўлчаш натижалари орқали топиладиган арифметик ўрта қиймати умумий арифметик ўрта қиймат бўлади ва қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$L_0 = \frac{p_1 l_1 + p_2 l_2 + \dots + p_n l_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{[pl]}{[p]}. \quad (\text{III. 21})$$

Бу қийматни ҳисоблаш аниқлигини баҳолаш учун вазн бирлигининг ва умумий арифметик ўрта миқдорнинг ўрта квадратик хатолари топилади.

Вазни бирга тенг бўлган ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси μ ни тасодифий хато орқали

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[p \Delta^2]}{n}} \quad (\text{III. 22})$$

билан ва энг эҳтимолий хато орқали

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[pv^2]}{p-1}}. \quad (\text{III. 23})$$

билан ифодалаш мумкин.

Умумий арифметик ўрта қийматнинг ўрта квадратик хатоси M_0 билан белгиланса, у қуйидаги формуладан топилади:

$$M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}$$

Буни тасодифий хато орқали

$$M_0 = \pm \sqrt{\frac{[p \Delta^2]}{n [p]}} \quad (\text{III. 24})$$

Силан ва энг эҳтимолий хато орқали эса

$$M_0 = \pm \sqrt{\frac{[pv^2]}{(n-1)[p]}} \quad (\text{III. 25})$$

билан ифодалаш мумкин.

(Масалалир)

1-масала. Ҳақиқий қиймати $x = 85^\circ 42' 05''$ бўлган бурчак олти марта ўлчаниб, жадвалдаги қийматлар топишган. Шу ўлчашнинг тасодифий Δ , ўрта квадратик m , ўртача v ва чекли Δ_{lim} хатолари аниқлансин.

Ўлчаш номери	Ўлчанган қий- матлари	Δ	Δ^2	Эслатма
1	85 42' 10'	+ 5	25	$\Delta = l - x$ $m = \pm \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} = \pm 3''$ $v = \frac{[\Delta]}{n} = 2,5''$ $\Delta_{\text{lim}} = 3m = \pm 9''$
2	02	-3	9	
3	35	+30	—	
4	06	+1	1	
5	04	-1	1	
6	08	+3	9	
		$[\Delta] = 13$	45	

$\Delta = l - x$ формула билан ҳисобланган учинчи ўлчаш хатосининг абсолют қиймати (+ 30) бошқа хатоларга нисбатан бир неча марта катта бўлганилиги учун у қўпол хато бўлиди ва ҳисоблаш ишларида эътиборга олинмайди. Натижада бир ўлчашнинг квадратик хатоси:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} = \pm \sqrt{\frac{45}{5}} = \pm 3'';$$

чекли хатоси:

$$\Delta_{\text{lim}} = \pm 3m = \pm 3 \cdot 3'' = \pm 9'';$$

Ўртача хатоси:

$$v = \frac{[|v|]}{n} = \frac{13}{5} = 2,6''$$

бўлади.

2-масала. Бир чизиқни икки марта ўлчаб, қўйидаги қийматлар олинган: $d_1 = 225,75$ м; $d_2 = 225,67$ м. Ўлчашнинг абсолют ва нисбий хатолари аниқлансин.

Абсолют хатоси $\Delta d = d_1 - d_2 = 0,08$ м.

Нисбий хатони топиш учун икки ўлчашнинг ўрта арифметик қиймати d аниқланади:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{225,75 + 225,67}{2} = 225,71 \text{ м.}$$

Нисбий хато:

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{0,08}{225,71} = \frac{1}{2821}.$$

3-масала. Биринчи масаладаги ўлчаш натижалари бўйича ўлчашнинг арифметик ўрта қиймати L , энг эҳтимолый хато орқали ўрта квадратик хато m ва ўрта арифметик қийматнинг ўрта квадратик хатоси M топилинсин. Учинчи ўлчаш натижаси эътиборга олинмайди.

Ўрта арифметик қийматни аниқлаш қулай бўлиши учун қўйидаги формуладан фойдаланилади:

$$L = l' + \frac{[\delta l]}{n}, \quad (III. 1a)$$

бунда l' — ўлчаб топилган натижалар ичиндаги энг кичик ихтиёрий қиймат, δl — ўлчаш натижалари билан l' орасидаги фарқ ($\delta l_i = l_i - l'$).

Мисолда $l' = 85^\circ 42'$ деб олсак,

$$L = 85^\circ 42' + \frac{10'' + 02'' + 06'' + 04'' + 08''}{5} = 85^\circ 42' + \frac{30''}{5} = 85^\circ 42' 06''$$

бўлади. Хатоларни ҳисоблаш қўйидаги жадвалда келтирилган.

Ўлчаш номери	Ўлчаш натижалари	v	v^2	Эслатма
1	$85^\circ 42' 10''$	+4	16	$L = \frac{[l]}{n}; v_i = l_i - L.$ $m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \pm$ $\pm \sqrt{\frac{40}{4}} = \pm 3,16''.$ $M = \pm \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{n}} = \pm$ $\pm \sqrt{\frac{10}{5}} = \pm 1,4''.$
2	02	-4	16	
3	06	0	0	
4	04	-2	4	
5	08	+2	4	
	$L = 85^\circ 42' 06''$	$[v] = 0$	$[v^2] = 40$	

4-масала. Дальномер билан аниқланган масофанинг ўрта квадратик хатосини ҳисоблаш.

Ички фокусладиган трубаalarda дальномер коэффициенти $\kappa = 100$, ўзгармас сони $c = 0$ бўлади. Шунга кўра дальномер формуласи

$$D = \kappa n = 100n$$

шаклида ёзилади. Масофа хатоси эса формула (III. 11) га мувофиқ $m_D = \kappa m_n$ ёки $m_D = 100m_n$ бўлади. Агар рейка саноқлари айирмаси n нинг хатоси $m_n = 2$ мм бўлса, масофа хатоси $m_D = 100 \times 2 \text{ мм} = 200 = 0,20 \text{ м}$ бўлади.

5-масала. Икки рейкадан олинган саноқлар айирмаси — нисбий баландлик h нинг ўрта квадратик хатосини аниқлаш.

Геометрик нивелирлашда нисбий баландлик орқа рейкадан олинган саноқ a дан олдинги рейкадан олинган саноқ b нинг айрилганига тенг:

$$h = a - b,$$

(III. 12) формулага биноан:

$$m_h = \pm \sqrt{m_a^2 + m_b^2}.$$

Рейкалардан олинган саноқларнинг хатоси бир хил бўлса, $m_a = m_b = m = t$ бўлади, шунда (III. 13) формулага кўра

$$m_h = \pm m \sqrt{2} = \pm t \sqrt{2}$$

бўлади (m_h бир горизонт билан нивелирланган бир нисбий баландлик хатоси). Агар рейкадан олинган саноқ хатоси $t = \pm 2$ мм бўлса, $m_h = \pm 2 \cdot \sqrt{2} = \pm 3$ мм бўлади.

6-масала. Икки горизонтда (яъни асбобнинг бир жойдаги икки ваиятида) нивелирлаб топилган нисбий баландлик хатосини аниқлаш.

Нивелирлаш натижасига ишонч ҳосил қилиш учун асбобнинг икки горизонтида нивелирлаб, топилган икки нисбий баландликнинг ўрта арифметик қиймати ҳисобланади. Агар бир нисбий баландлик хатоси $t = \sqrt{2}$ бўлса (5-масала), икки нисбий баландлик арифметик ўрта қиймати бўлган натижанинг ўрта квадратик хатоси (III. 10) формулага кўра қуйидагича бўлади:

$$M = \pm \frac{m}{\sqrt{2}} = \pm \frac{t \sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \pm t,$$

бунда t — саноқ аниқлиги.

7-масала. Тўла приборда ўлчанган бурчак хатосини аниқлаш.

Икки чизик орасидан бурчакнинг қиймати шу чизиклар бўйича икки верньердан олинган саноқлар арифметик ўрта қийматининг айирмасига тенг:

$$\beta = n_2 - n_1, \quad (a)$$

бунда β — ўлчанадиган бурчак қиймати; n_2 — ўнг нуқтага қараб олинган саноқ; n_1 — чап нуқтада қараб олинган саноқ; (III. 12) формулага биноан

$$m_\beta^2 = m_2^2 + m_1^2 \quad (б)$$

бўлади, бунда m_β — бурчакнинг ўрта квадратик хатоси; m_2 — ўнг саноқнинг ўрта квадратик хатоси; m_1 — чап саноқнинг ўрта квадратик хатоси.

Ўнг саноқлар n_2 ва чап саноқ n_1 ларининг ҳар қайсиси биринчи ва иккинчи верньердан олинган саноқлар (n_1 , n_2) нинг арифметик ўрта қиймати билан ифодланади:

$$n_2 = \frac{n_1 + n_2}{2}; \quad n_1 = \frac{n_1 + n_2}{2}.$$

Агар верньердан олинган санокларнинг хатоси бир-бирига тенг, яъни $m_g = m_q = m$ ва бир верньердан олинган санок хатоси t бўлса, (III. 10) формулага кўра

$$m_g = m_q = m = \frac{t}{\sqrt{2}} \quad (в)$$

бўлади. Биринчи ярим приём натижасининг ўрта квадратик хатоси (б) га кўра

$$m_g = m \sqrt{2}$$

(в) га кўра эса

$$m_g = \frac{t \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{2}} = t \quad (г)$$

Бўлади. Иккинчи ярим приёмда ҳам бурчак шундай хато билан ўлчанади:

$$m_g = t.$$

Тўла приём икки ярим приём натижасининг ўрта арифметик қиймати бўлганидан бунинг ўрта квадратик хатоси бир приём натижасининг ўрта квадратик хатосидан $\sqrt{2}$ марта кичик бўлади:

$$m_g = \pm \frac{t}{\sqrt{2}}. \quad (д)$$

Бир минутли теодолитда санок хатосини верньер бўлагининг ярмига (яхлитлаш хатосига) тенг десак, яъни $t = 0,5'$ бўлса, $m_g = \pm \frac{0,5'}{\sqrt{2}} = \pm 21''$ бўлади.

Бу ерда ёлғиз санок хатоси ҳисобга олинди. Бурчак ўлчашда санок хатосидан ташқари, марка лаштириш, қаратилиш ва бошқа хатолар ҳам таъсир этади. Шунга кўра, тўла приём билан бурчак ўлчаш хатоси $m_g = 0,5'$ қилиб олинади: шунда бурчак ўлчашнинг чекли хатоси қуйидагича бўлади:

$$\pm m_g = \pm 1,5'.$$

8-масала. Бир бурчакни ўлчап хатоси $m = \pm 0,5$; n бурчакли полигон ички бурчаклари йнгиндисининг ўрта квадратик хатоси ва унинг чекли хатоси аниқлансин.

Бурчаклар йнгиндисини

$$\Sigma \beta = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n$$

билан ифодаланганда (III. 14) формулага кўра

$$m_{\Sigma\beta}^2 = m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_n^2$$

бўлади.

Полигон ички бурчаклари тенг аниқ ўлчанган бўлса, бурчак ўлчаш хатоларига тенг, яъни $m_1 = m_2 = \dots = m_n = m$ бўлади. Шунинг учун (III. 15) формулага кўра: $m_{\Sigma\beta} = m \sqrt{n}$. Агар m ўрнига унинг исқерида Серишган қиймати қўйилса,

$$m_{\Sigma\beta} = \pm 0,5' \sqrt{n}$$

бўлади. Чекли хато

$$f_p = \pm 3 \cdot 0,5' \sqrt{n} = \pm 1,5' \sqrt{n}$$

бўлади.

9-масала. n станция орқали икки горизонтда нивелирланган геометрик нивелирлаш йўлининг ўрта квадратик хатосини аниқлаш.

Бир станциядаги нивелирлаш хатоси (нисбий баландлик хатоси) санок олиш хатоси t га тенг (6-масалага қаранг). Агар икки нуқта нисбий баландлиги n стан-

ция орқали аниқланса, (III. 15) формулага кўра, нивелирлаш йўлининг ўрта квадратик хатоси қуйидагича бўлади:

$$f = \pm m_h \sqrt{n} = \pm t \sqrt{n}.$$

Чекли хато f_h билан белгиланса, бундай ёзилади:

$$f_h = \pm 3t \sqrt{n}$$

1 км да 10 та станция бўлиб, саноқ хатоси $t = 2$ мм бўлса, шу масофадаги нивелирлаш чекли хатоси

$$f_h = \pm 3.2 \sqrt{10} = \pm 6 \sqrt{10} \approx \pm 20 \text{ мм}$$

бўлади.

10-масала. Нивелирлаш йўлидаги йўл қўрғи боғланмаслиқни (хато-ни) тасодифий ва систематик хатолар орқали аниқлаш. 1 км нивелирлаш йўлидаги чекли тасодифий хатонинг қиймати ± 20 мм эканлиги 9-масаладан маълум. Агар йўл узунлиги L бўлса, нивелирлаш йўлидаги тасодифий хато $\Delta = \pm 20 \sqrt{L}$ мм бўлади. Нивелирлашга тасодифий хато билан бирга систематик хато σ ҳам таъсир этади. Бу хато йўл узунлигига тўғри пропорционал кўпайиб, у техникавий нивелирлашда қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\sigma = \pm 2L \text{ мм.}$$

Тасодифий ва систематик хатолар таъсиридан вужудга келган йиғинди хато:

$$f_h^2 = \Delta^2 + \sigma^2 = (20 \sqrt{L})^2 + (2L)^2 = 400L + 4L^2$$

ёки

$$f_h = \pm \sqrt{400L + 4L^2} \text{ мм.}$$

бунда f_h — икки нуқта ораллигини нивелирлашдаги назарий (йўл қўйиладиган) хато бўлиб, нивелирлаш хатоси шу қиймат билан таққосланади. Масалан, $L = 5$ км бўлса,

$$f_h = \pm \sqrt{2100} \text{ мм} \approx \pm 46 \text{ мм}$$

бўлади.

11-масала. Бурчак бир марта ўлчанганида ўрта квадратик хато $\pm 5''$ бўлса, бурчак хатоси $\pm 2''$ дан ошмаслиги учун шу бурчакни неча марта ўлчаш керак?

Шарҳ бўйича бир марта ўлчанганда ўрта квадратик хато $m = \pm 5''$, ўрта арифметик қиймат хатоси $M = \pm 2''$ бўлиб, ўлчаш сони n ноаниқдир.

$$(III. 10) \text{ формулага биноан, } n = \frac{m^2}{M^2} = \frac{5^2}{2^2} = \frac{25}{4} = 6. \text{ Демак, бурчак 6 марта ўлчаниши керак.}$$

12-масала. Бирор масофа 20 м ли пўлат лента билан ўлчанганида унинг узунлиги $D = 502,30$ м бўлган. Агар лентани бир қўйишдаги ўрта квадратик хато $m = \pm 2$ см бўлса, шу масофани ўлчашдаги ўрта квадратик хато m_x қанчага тенг?

502,30 м масофани ўлчаш учун 20 м ли лентани неча марта қўйиб чиқиш кераклигини аниқлайлик:

$$n = \frac{502,30}{20} = 25 \text{ марта}$$

(III. 15) формулага кўра:

$$m_x = \pm m \sqrt{n} = \pm 2 \sqrt{25} = \pm 10 \text{ см.}$$

13-масала. Икки масофани ўлчашда уларнинг узунликлари $D_1 = 250,10$ м ва $D_2 = 161,60$ м бўлган. Биринчи масофанинг ўлчан хатоси $m_1 = \pm 12$ см,

икки чиниши эса $m_2 = \pm 8,2$ см. Шу масофалар йиғиндиси ва айирмасининг хатоси аниқлансин.

а) Масофалар йиғиндисини аниқлайлик:

$D = D_1 + D_2 = 250,10 + 161,60 = 411,70$ м, бунинг ўрта квадратик хатоси (III. 12) формулага кўра,

$$m^2 = m_1^2 + m_2^2 = 12,0^2 + 8,2^2 = 144,00 + 67,24 = 211,24; m = \pm 15 \text{ см.}$$

бўлади. Шунда йиғинди $D = 411,70 \pm 0,15$ м бўлади. Йиғиндининг нисбий хатоси эса:

$$\frac{m}{D} = \frac{0,15}{411,70} = \frac{1}{2740};$$

б) масофалар айирмасини аниқлайлик:

$$D' = D_1 - D_2 = 250,10 - 161,60 = 88,50 \text{ м;}$$

(III. 12) формулага биноан, бунда ҳам ўрта квадратик хато $m = \pm 15$ см бўлади ва айирма узунлиги $D' = 88,50 \pm 0,15$ кўринишда ёзилади. Айирманинг нисбий хатоси

$$\frac{0,15}{88,50} = \frac{1}{600}$$

бўлади, яъни йиғиндига нисбаган айирма кам аниқлик билан ҳисобланади.

14-масала. Вертикал допранинг икки вазиятида олинган саноқлар билан ҳисобланувчи вертикал бурчак хатоси аниқлансин.

Вертикал бурчак α вертикал допранинг ўнг (R) ва чап (L) икки вазиятида олинган R ва L саноқлар орқали қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\alpha = \frac{R - L}{2} = \frac{R}{2} - \frac{L}{2}.$$

Тенг аниқли саноқ олиш ўрта квадратик хатоси m билан белгиланса, бурчак хатоси (III. 12) га кўра

$$m_\alpha^2 = \frac{1}{4} m^2 + \frac{1}{4} m^2 = \frac{1}{2} m^2$$

ёки

$$m_\alpha = \pm \frac{m}{\sqrt{2}}$$

бўлади. Агар $m = \pm 1'$ бўлса, $m_\alpha = \pm \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{60''}{\sqrt{2}} = \pm 42''$ бўлади.

15-масала. Томонлари a ва b бўлган тўғри тўртбурчаклик юзининг ўрта квадратик хатосини ҳисоблаш. Тўғри тўртбурчаклик a томони $m_a = \pm 0,11$ м, b томони эса $m_b = \pm 0,15$ м хато билан ўлчанган дейлик. Тўртбурчаклик юзи $S = a \cdot b$ формуласи ёрдамида ҳисобланади (III. 16) формулага биноан, тўғри тўртбурчаклик юзининг ўрта квадратик хатосини аниқлаш учун қуйидагини ёза оламиз:

$$m_S = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial S}{\partial a}\right)^2 m_a^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial b}\right)^2 m_b^2}, \quad (\text{а})$$

(а) формуладаги хусусий ҳосилалар

$$\frac{\partial S}{\partial a} = b; \quad \frac{\partial S}{\partial b} = a \quad (\text{б})$$

бўлади.

(б) даги қийматлар (а) га қўйилса,

$$m_S = \pm \sqrt{b^2 m_a^2 + a^2 m_b^2} \quad (\text{в})$$

чиқади. Агар $a = 210,50$ м; $b = 251,40$ м бўлса,

$$m_S = \pm \sqrt{251,40^2 \cdot 0,11^2 + 210,50^2 \cdot 0,15^2} = 41,97 \text{ м}^2$$

бўлади.

16-масала. Тахеометрик нивелирлашда қуйидаги

$$h = \frac{1}{2} D \sin 2\alpha \quad (a)$$

формула ёрдамида ҳисобланадиган нисбий баландликнинг ўрта квадратик хатосини аниқлаш.

(III. 16) формулага кўра

$$m_h = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial h}{\partial D}\right)^2 m_D^2 + \left(\frac{\partial h}{\partial \alpha}\right)^2 m_\alpha^2} \quad (б)$$

бўлади. Функция хусусий ҳосиласини топаёйлик: $\frac{\partial h}{\partial D} = \frac{1}{2} \sin 2\alpha$; $\frac{\partial h}{\partial \alpha} = \frac{1}{2} D \cdot$

$\cdot \cos 2\alpha \cdot 2 = D \cos 2\alpha$; булар (б) га қўйилса,

$$m_h = \pm \sqrt{\frac{1}{4} \sin^2 2\alpha \cdot m_D^2 + D^2 \cos^2 2\alpha \cdot m_\alpha^2}$$

чиқади.

17-масала. Барча маълумотлардан вужудга келадиган хатоларни эътиборга олиб, бир минутли теодолит билан ўлчанган бурчакнинг ўрта квадратик хатосини ҳисоблаш.

Бурчак ўлчаш натижасига верньердан саноқ олиш хатоси m_c , қаратиш хатоси m_k , теодолитни марказлаштириш хатоси m_r ва вехани қуйиш хатоси m_v таъсир этади

Теодолит бир минутли бўлганида $m_c = \pm 30''$ бўлади. Труба катталаштириши $v = 20$ бўлганида эса

$$m_k = \frac{60''}{v} = \frac{60''}{20} = \pm 3''$$

бўлади. Теодолит ва вехани марказлаштириш хатолари $m_r = m_v = \pm 10''$ бўлсин. Шу вақт бир йўналтиришдаги йилмиш хато (III. 18) формулага кўра $m_a^2 = m_c^2 + m_k^2 + m_r^2 + m_v^2$ бўлади. Агар бунга хатолар қиймати қўйилса,

$$m_a^2 = 30^2 + 3^2 + 10^2 + 10^2 = 990'' + 9'' + 100'' + 100'' = 1199''$$

ёки

$$m_a = \pm 33''.$$

бўлади. Бурчак икки йўналтиришдаги саноқлар айирмаси бўлганидан бурчакнинг ярим приём билан ўлчанган қийматининг хатоси қуйидагича бўлади.

$$m_a = \pm m_a \sqrt{2} = \pm 33'' \sqrt{2}.$$

Икки ярим приём орқали топиладиган бурчак қийматининг ўрта квадратик хатоси

$$m_3 = \pm \frac{m_a \sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \pm m_a = \pm 33''$$

бўлади.

18-масала. Координатга ортотирмаларининг ўрта квадратик хатосини ҳисоблаш.

Маълумки, ортотирмалар масофа узунлиги d ва чизик йўналишини α орқали $\Delta x = d \cos \alpha$, $\Delta y = d \sin \alpha$ формулалар билан ҳисобланади. Масофа ўлчашдаги хато $\pm m_d$, йўналишдаги хато $\pm m_\alpha$ бўлса, формула (III. 16) га асосан қуйидагича ёзиш мумкин:

$$m_{\Delta x} = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial \Delta x}{\partial d}\right)^2 m_d^2 + \left(\frac{\partial \Delta x}{\partial \alpha}\right)^2 m_\alpha^2} \quad (a)$$

$$\frac{\partial \Delta x}{\partial d} = \cos \alpha = \frac{\Delta x}{d}; \quad \frac{\partial \Delta x}{\partial \alpha} = d \sin \alpha = -\Delta y, \quad (6)$$

булар формулага қўйилса,

$$m_{\Delta x} = \pm \sqrt{\left(\frac{\Delta x}{d}\right)^2 m_d^2 + \Delta y^2 m_\alpha^2},$$

бўлади. Худди шунга ўхшаш:

$$m_{\Delta y} = \pm \sqrt{\left(\frac{\Delta y}{d}\right)^2 m_d^2 + \Delta x^2 m_\alpha^2}.$$

Демак, $m_{\Delta x}$ қиймати Δy га, $m_{\Delta y}$ эса Δx га тўғри пропорционал ўзгарар экан.

19-масала. Бир чизиқни тўртга бўлиб ўлчаш натижасида

$$D_1 = 112,35 \pm 0,05 \text{ м}, \quad D_2 = 132,63 \pm 0,06 \text{ м}, \quad D_3 = 152,40 \pm 0,08 \text{ м}, \quad D_4 = 98,62 \pm 0,04 \text{ м} \text{ бўлган.}$$

Шу чизиқни ўлчашдаги абсолют ўрта квадратик хато ва нисбий ўрта квадратик хато аниқлансин.

(III. 14) формуладан фойдаланилиб, бутун чизиқнинг абсолют ўрта квадратик хатоси топилади:

$$m^2 = 5^2 + 6^2 + 8^2 + 4^2 = 25 + 36 + 64 + 16 = 141;$$

$$m = \pm 11,87 \text{ см.}$$

Чизиқнинг умумий узунлиги $D = 498,00 \text{ м}$.

$$\text{Нисбий ўрта квадратик хато: } \frac{1}{N} = \pm \frac{11,87}{49600} \approx \frac{1}{4170}.$$

20-масала. Бир бурчакни беш марта турли приём билан ўлчаб жадвалдаги натижалар топилиш Шу қийматлар бўйича бурчакнинг энг эҳтимолый қиймати аниқлансин

Ўлчаш номери	Бурчак қиймати, l	Приёмлар сони	Вазн, p	$p \delta l$	Эслатма
1	$35^\circ 12' 10$	3	1	$10''$	$L_0 = l' + \frac{[p \delta l]}{[p]}$ $L_0 = 35^\circ 12' + \frac{60}{15} = 35^\circ 12' 04''$
2	08	6	2	16	
3	06	9	3	18	
4	04	12	4	16	
5	00	15	5	0	
			15	60	

Бу ерда тенг аниқлиқ ўлчаш натижаларининг вазни қилиб приёмлар сони олинди. Ҳисоблаш юзидан ихчамлаш учун вазнлари учга қисқартирилади, чунки вазнлар йиғиндиси 3 га бўлинади. Энди умумий арифметик ўрта миқдор қиймати формула (III. 21) билан аниқланса, (III. 1а) формула эътиборга олинса:

$$L_0 = \frac{[p l]}{[p]} = l' + \frac{[p \delta l]}{[p]} = 35^\circ 12' + \frac{1 \cdot 10 + 2 \cdot 8 + 3 \cdot 6 + 4 \cdot 4 + 5 \cdot 0}{1 + 2 + 3 + 4 + 5} = 35^\circ 12' 04''$$

бўлади.

21-масала. 20-масаладаги ўлчаш натижалари бўйича вазн бирлигининг ва умумий арифметик ўрта миқдорнинг ўрта квадратик хатолари ҳисоблансин. Масаланин ечилиши жадвалда кўрсатилган:

Ўлчаши номери	Бурчак қий- мати, l	Приём- лар со- ни	Ўлчаши ва- ни	v	pv	pv^2	Эслатма
1	$35^\circ 12' 10''$	3	1	+6	+6	36	$v = l - l_0$
2	08	6	2	+4	+8	32	$\mu = \pm \sqrt{\frac{[pv^2]}{n-1}}$
3	06	9	3	+2	+6	12	$= \pm \sqrt{\frac{160}{4}} =$
4	04	12	4	0	0	0	$= \pm 6,3''$
5	00	15	5	-4	-20	80	$M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{[v]}} = \pm$
$L_0 = 35^\circ 12' 04''$			$[p] =$ $= 15$		$[pv] = 0$	$pv^2 = 160$	$\pm \frac{6,3}{\sqrt{15}} = \pm \frac{6,3}{3,9}$
							$M_0 \sim \pm 1,6''$

22- масала. Берилган A, B ва C реперларнинг отметкалари бўйича ўртадаги D нуқтанинг отметкаси ҳисоблансин (16- шакл).

D нуқта реперлардан турли узоқликда ётиши мумкин. Унинг отметкасини аниқлаш учун нуқта ҳар қайси репердан алоҳида нивелирланади. Масалан, A репердан D нуқтагача n_1 станция орқали, B репердан D нуқтагача n_2 станция орқали, C репердан D нуқтагача n_3 станция орқали нивелирланган. Реперлар отметкаси H_A, H_B, H_C билан, D нуқта отметкаси эса H_D билан белгиланса, уч нивелирлаш йўли бўйича аниқланган D нуқтанинг отметкаси қуйидагича бўлади:



16- шакл.

$$\text{Репер } A \text{ бўйича } H_{D_1} = H_A + \Sigma h_1;$$

$$\text{Репер } B \text{ бўйича } H_{D_2} = H_B + \Sigma h_2;$$

$$\text{Репер } C \text{ бўйича } H_{D_3} = H_C + \Sigma h_3,$$

бунда $\Sigma h_1, \Sigma h_2$ ва Σh_3 тегишли ниверлаш йўлларидаги нисбий баландликлар йиғиндиси.

D нуқтанинг ҳисоблаб топилган отметкалари H_{D_1}, H_{D_2} ва H_{D_3} ўзаро тенг бўлмайдн, албатта. Буларнинг умумий ўрта арифметик қийматини топиш керак. Учала нивелирлаш йўлидаги станциялар сони тенг бўлмаганидан, бу нивелирлаш тенг аниқсиз бўлади. Умумий ўрта арифметик қийматни ҳисоблаш учун нивелирлаш вазнларини аниқлаш керак. Нивелирлаш вазини қилиб, нивелирлаш йўлидаги станциялар сонига текари қиймат олинади:

$$P_1 = \frac{1}{n_1}; P_2 = \frac{1}{n_2}; P_3 = \frac{1}{n_3}.$$

Энди (III, 21) формула ёрдамида отметкаларнинг умумий ўрта арифметик қиймати топилади:

$$H_D = \frac{H_D \cdot P_1 + H_{D_2} \cdot P_2 + H_{D_3} \cdot P_3}{P_1 + P_2 + P_3}.$$

Масалан, $n_1=10$, $n_2=15$, $n_3=20$; $II_{D_1}=435,754$ м, $II_{D_2}=435,748$ ва $II_{D_3}=435,742$ м бўлсин. Шу вақтда: $P_1=\frac{1}{n_1}=\frac{1}{10}=0,100$; $P_2=\frac{1}{n_2}=\frac{1}{15}=0,070$; $P_3=\frac{1}{n_3}=\frac{1}{20}=0,050$ бўлади; умумий ўрта арифметик қиймат бундай топилади:

$$II_D = 435,740 + \frac{0,014 \cdot 0,100 + 0,008 \cdot 0,070 + 0,002 \cdot 0,050}{0,100 + 0,070 + 0,050} = 435,749 \text{ м.}$$

Ўрта квадратик хатоларни ҳисоблаш қуйидаги жадвалда кўрсатилган.

Ўлчов номери	Ҳисобий оғимтка	Стандартлар сон	Вазн, p	v , мм	pv	pv^2	Эхлатма
1	435,754	10	0,10	+5	+0,50	2,50	$\mu = \sqrt{\frac{[pv^2]}{n-1}} =$ $= \pm 1,59 \text{ мм}$ $M_0 = \pm \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} =$ $= \pm 3,36 \text{ мм}$
2	435,748	15	0,07	-1	-0,07	0,07	
3	435,742	20	0,05	-7	-0,35	2,45	
$II_D = 435,749$				$[p] = 0,22$		$+0,50$ $-0,42$ $+0,08$	$[pv^2] =$ $= 5,02$

Мустақил ечиш учун масалалар

1. Ҳақиқий узунлиги $x=85,43$ м бўлган чизик тўрт марта ўлчангач қуйидаги қийматлар топилган. $D_1=85,44$ м; $D_2=85,39$ м; $D_3=85,42$ м; $D_4=85,45$ м; бир ўлчашнинг ўрта квадратик хатоси, ўртача хато ва чекли хато аниқлансин.

Жавоб: $m=\pm 2,34$ см; $\Delta_{\text{им}}=7,02$ см; $v=\pm 0,8$; $m=\pm 1,87$ см.

2. Бир чизикни икки марта ўлчаи натижаси: $D_1=264,51$ м; $D_2=264,54$ м. Ўлчашнинг нисбий хатоси аниқлансин.

Жавоб: $\frac{1}{2930}$.

3. Бир бурчакни беш марта ўлчаб, қуйидаги қийматлар топилган: $\beta_1=138^\circ 40,3'$; $\beta_2=138^\circ 40,8'$; $\beta_3=138^\circ 41,1'$; $\beta_4=138^\circ 40,1'$; $\beta_5=138^\circ 40,7'$. Шу бурчакнинг ўрта арифметик қиймати β_0 , ўрта квадратик хатоси m ва ўрта арифметик қийматнинг ўрта квадратик хатоси M аниқлансин.

Жавоб: $\beta_0=138^\circ 40,6'$; $m=\pm 0,4'$; $M=\pm 0,17'$.

4. Икки ойнали экер ойналарини ўрнатилган хато $\pm 2''$ бўлса, перпендикуляр чизик қандай хато билан чиқарилади?

Жавоб: $m=\pm 4''$.

5. Бурчак ўлчашдаги хато $\pm 5,5''$ бўлса, ўлчанган қийматнинг чекли хатоси қанча бўлади?

Жавоб: $\Delta_{\text{им}}=\pm 16,5''$.

6. Бир бурчакни ўлчаи хатоси $\pm 20''$ бўлса, 9 бурчакли ёпиқ полигон бурчакларидаги хато қанча бўлади?

Жавоб: $m_3=\pm 60''=\pm 1'$.

7. Икки чизикни ўлчаи натижалари: $D_1=160,45 \pm 0,08$ м ва $D_2=131,25 \pm 0,06$ м. Чизиклар йиғиндиси ва айирмасининг ўрта квадратик ва нисбий хатола-рини аниқлансин.

Жавоб: $m=\pm 0,10$ м; йиғиндининг нисбий хатоси $\frac{1}{3017}$; айирманики $\frac{1}{392}$.

8. $z=\frac{1}{2}x+\frac{1}{4}y-\frac{1}{3}n$ функциясининг ўрта квадратик хатоси топилинсин.

$$\text{Жавоби: } m_z = \pm \sqrt{\frac{1}{4}m_x^2 + \frac{1}{16}m_y^2 + \frac{1}{9}m_u^2}$$

9. Учбурчакликнинг асоси $a=120,00$ м бўлиб, у $m_a=\pm 0,10$ м хато билан ўлчанган; баландлиги $h=80,00$ м хатоси $m_h=\pm 0,05$ м. Шу учбурчаклик юзининг ўрта квадратик ва нисбий хатолари топилин.

$$\text{Жавоби: } m_s = \pm 5 \text{ м}^2, \frac{1}{950}.$$

10. Учбурчакнинг α ва β бурчаги $m_\alpha = \pm 6''$ ва $m_\beta = \pm 8''$ хатолар билан ўлчанган. α ва β орқали ҳисобланган γ бурчакнинг ўрта квадратик хатоси топилин.

$$\text{Жавоби: } m_\gamma = \pm 10''.$$

11. Агар саноқ олиш хатоси $6''$ бўлса, икки саноқ айирмаси бўлган бурчак хатоси қанча бўлади?

$$\text{Жавоби: } \pm 8,4''$$

12. Дальномерда масофа $D=kn=100$ н формула ёрдамида аниқланади, n икки саноқ айирмасига тенг $n=n_1-n_2$; бир саноқ хатоси $t=\pm 2$ мм. Масофа D ни аниқлаш хатоси топилин.

$$\text{Жавоби: } m_D = 100 t \sqrt{2} = 200 \sqrt{2} \text{ мм} = 280 \text{ мм} = 0,28 \text{ м}.$$

13. Квадратнинг томони $a=100$ м бўлиб, у $m_a=\pm 5$ см хато билан ўлчанган. Квадрат юзининг ўрта квадратик хатоси m_s топилин.

$$\text{Жавоби: } m_s = 10 \text{ м}^2$$

14. Ҳўри приём билан ўлчанган бурчак ўрта арифметик қийматининг ўрта квадратик хатоси $M=\pm 12''$ бўлса, бир приём билан ўлчанган бурчакнинг ўрта квадратик хатоси m қанча бўлади?

$$\text{Жавоби: } m = \pm 24''$$

15. Бир чиқиқ ғўри марта ўлчанган ва ўрта арифметик қийматининг ўрта квадратик хатоси $M=0,26$ м бўлган. Агар чиқиқ узунлиги $893,16$ м бўлса, бир ўлчаннинг ўрта квадратик ва нисбий хатолари қанча бўлади?

$$\text{Жавоби: } m = \pm 0,52 \text{ м ва } \frac{1}{1718}.$$

16. Икки бурчакнинг ўрта квадратик хатолари тегинлича $\pm 4''$ ва $\pm 8''$. Шу бурчакларнинг вазилари аниқлансин.

$$\text{Жавоби: } p_2 = 1 \text{ бўлса, } p_1 = 4.$$

17. Бир бурчак тўрт приём билан ўлчанганда $\beta_1=35^\circ 40' 30''$, иккинчи марта 6 приём билан ўлчанганда $\beta_2=35^\circ 40' 10''$ чиққан. Бу бурчакнинг умумий арифметик ўрта миқдори топилин.

$$\text{Жавоби: } l_0 = 35^\circ 40' 18''.$$

18. Бурчак беш марта ўлчанган; биринчи марта 2 приём билан ўлчанганда $44^\circ 35' 12''$ чиққан; иккинчи марта 4 приём билан ўлчанганда $44^\circ 35' 10''$; учинчи марта 6 приём билан ўлчанганда $44^\circ 35' 08''$; тўртинчи марта 8 приём билан ўлчанганда $44^\circ 35' 06''$ ва бешинчи марта 10 приём билан ўлчанганда $44^\circ 35' 05''$ чиққан. Шу бурчакнинг умумий ўрта арифметик қиймати, вазн бирлигининг ўрта квадратик хатоси, ўрта арифметик қийматининг ўрта квадратик хатоси топилин.

$$\text{Жавоби: } L_0 = 44^\circ 40' 07''; \mu = \pm 3,9''; M = \pm 1,0.$$

19. Учбурчакликнинг бир бурчаги 4 марта, иккинчи бурчаги 6 марта ўлчанган, шу бурчаклар орқали ҳисобланган учинчи бурчак таъин топилин; асос билан нуқтага бир қараш вазни бирга қабул қилинганда $p_1=4$; $p_2=6$ бўлади.

$$\text{Жавоби: } \frac{1}{p} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} \text{ ёки } p=2,4.$$

20. Бир нуқта отмеркаси уч репердан нивелирлаш натижалари орқали ҳисобланганда қуйидаги отмеркалар топилган: 10 км масофадаги биринчи репер бўйича $H_1=435,536$ м, 6 км масофадаги иккинчи репер бўйича $H_2=435,544$ м; 5 км масофадаги учинчи репер бўйича $H_3=435,526$ м. Вазн қилиб йўл узунлигининг тескари қиймати олинсин ва шу нивелирлаш натижасининг умумий ўрта арифметик қиймати топилин.

$$\text{Жавоби: } H_0 = 435,534 \text{ м}.$$

IV. Горизонтал съёмка

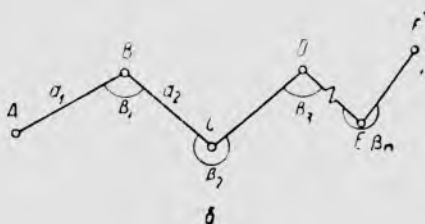
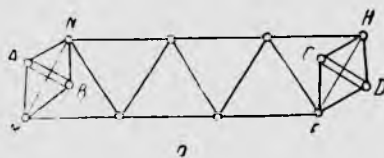
15-§. Съёмка асослари

Жойдаги участканинг план, карта ёки профилини чизиш учун аввал шу жойда горизонтал ёки вертикал съёмка ишлари олиб борилади. Жойдаги предметларнинг бир-бирига нисбатан горизонтал ва вертикал текислик бўйича жойланиш вазиятларини аниқлашдаги геодезик ўлчаш ишларининг йшиндиси *съёмка қилиш* (план олиш) дейилади. Жойи ситуацияси ва рельефига қараб, съёмка турли ўринда турлича усул билан бажарилиши мумкин. Геодезик ишларнинг бир системада олиб бориш учун съёмкада ҳамма вақт геодезиянинг «Умумдан бўлакка ўтиш» деган қондасига амал қилинади. Шунга кўра, ҳар қандай съёмка координата ва абсолют отметкалари маълум бўлган ва «Геодезик пунктлар» (баъзан тригонометрик пунктлар) дейиладиган ерга мустаҳкам ўрнатиладиган нуқталарга боғлаб олиб борилади. Пунктлар Давлат миқёсида олиб бориладиган геодезик ишларда триангуляция, полигонометрия, трилатерация каби усуллар татбиқ этилиб ўрнатилади. Геодезик пунктларнинг пландаги (ер юзидagi) ўринини аниқлаш учун жойда ясалган учбурчакликлар тизмаси ёки турли *триангуляция* дейилади (17-шакл, а). Бунда учбурчакликларнинг ҳамма бурчаклари *ёлиқ баис* дейилган (AB ва CD) томон узунлиги ўлчанади қолган томонлар ҳисоблаб топилади.

Пунктлар ўринини жойда ясалган синиқ чизиқли очиқ кўпбурчаклик (очиқ полигон) (17-шакл, б) томонлари ва бурчакларини ўлчаш орқали аниқлаш усули *полигонометрия* деб аталади.

Пунктлар ўринини учбурчакликлар тизмасини ясаб, уларнинг ёлғиз томон узунликларини ўлчаш орқали аниқлаш усули *трилатерация* дейилади. Триангуляция ва полигонометрия пунктлари бир-бирига нисбатан бўлган масофалари ва бурчак ўлчаш аниқлигига қараб, улар 1, 2, 3 ва 4 классларга бўлинади ва ўринлари турли кўринишдаги сигналлар билан белгиланади.

Пунктлар координатаси бир системада аниқ ҳисобланади, абсолют отметкалари тригонометрик нивелирлаш йўли билан аниқ топилади. Пунктлар горизонтал съёмка учун асос бўлади. Геометрик нивелирлашда эса абсолют отметкалари маълум бўлган репер, маркалар таянч нуқта бўлади.



17-шакл.

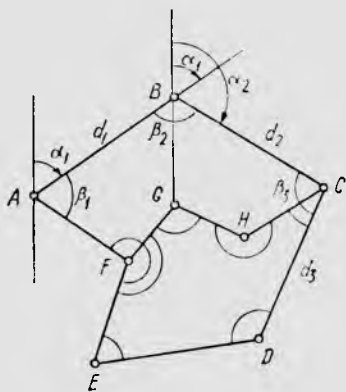
Абсолют отметкалари маълум бўлиб, жойда мустақкам ўрнатилган нуқта *репер* деб аталади. Абсолют отметкаси маълум бўлиб, деворга ўрнатилган махсус тешикли ясалма *марка* дейилади. Репер бетон ва шунт устунчалар билан белгиланади, марка эса бино деворининг соқол қисмига тешикча ҳолида ўрнатилади. Буларнинг абсолют отметкалари аниқ нивелирлаш йўли билан топилади, СССРда репер ва маркалар отметкаси Болтиқ денгизи суви сатҳининг ўртача баландлигига нисбатан аниқланади.

Пунктлар ҳам, реперлар ҳам классларига қараб, бир-биридан бир неча километр масофада жойланади. Шунга кўра, горизонтал ва вертикал сўёмкада олдин шу жойда пунктлар оралигида сўёмка қилиш учун керакли таянч нуқталар барпо қилинадики, булар турлича бўла олади. Масалан, аналитик шохобча нуқталари, бурчак ўлчаш сўёмкасида—ёпиқ ва очик полигон томонлари ва бурчак учлари, нивелирлашда—пикет нуқталари, тахеометрик сўёмкада—станциялар, мензула сўёмкасида—геометрик тармоқ нуқталари ва ҳоказо. Бу нуқталар жойда ёғоч, темир қозиқлар билан белгиланади. Сўёмка қилишда шулардан бири тригонометрик пунктга (бурчак ўлчаш сўёмкасида) ёки реперга (вертикал сўёмкада) боғланади. Кейин ҳисоблаш орқали бошқа таянч нуқталарнинг координаталари ёки отметкалари топилади. Жойда шу нуқталарда туриб ёки шу нуқталарни туташтирувчи чизиқларга нисбатан сўёмка қилинади.

16- §. Бурчак ўлчаш сўёмкасини бажариш

Берилган участканинг планини чизиш учун жойда теодолит билан бажариладиган геодезик ўлчаш ишларининг йиғиндиси *бурчак ўлчаш ёки теодолит сўёмкаси* дейилади. Бу сўёмкада чизиқ ва бурчакларнинг горизонтал қўйилиши аниқланганидан, кўпинча, горизонтал сўёмка деб ҳам юритилади. Берилган участкани сўёмка қилиш учун жойнинг тузилишига, сўёмкадан кўзланган мақсад ва шу жойда қуриладиган иншоот турига қараб, жойда кўпбурчаклик (полигон)

ясалади. Агар сўёмка бино, станция, аэропорт, стадион каби иншоот қуришга мўлжалланган майдонда олиб борилса, аввал шу жой чегараси бўйлаб ёпиқ кўпбурчаклик *ABCDE* ясалади (бу кўпбурчаклик ёпиқ полигон дейилади). Бурчак учлари соат стрелкасининг йўли бўйича катта ҳарфлар ёки рақамлар билан белгиланади (18- шакл). Агар сўёмка тош йўл, темир йўл ёки канал каби чизиқли иншоот қуриш мўлжалланган жойда бажарилса, шу жойнинг бош (*A*) ва охири (*F*) нуқталари орасида мўлжалланган иншоот ўқ чизиги (трасса) бўйлаб *ABCDEF* кўпбурчаклиги (бу кўпбурчаклик очик



18- шакл.

полигон дейилади) ясалади (17-шакл, б). Қўпинча, ёпиқ полигон ўртасидаги ички тафсилотни съёмка қилишда қулайлик учун полигон ичидан ўтиб, унинг икки бурчак учини туташтирувчи синиқ чизиқ $FGHC$ ўтказилади (18-шакл), бу очиқ полигон *диагональ йўл* дейилади.

Горизонтал съёмка қилишда полигоннинг қуйидаги уч элементи ўлчанади:

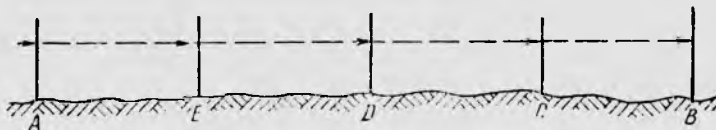
полигон томонларининг узунлиги — $d_1, d_2, \dots, d_n$;
 полигон томонларининг йўналиши — $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$;
 томонлар орасидаги бурчаклар — $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$.

Энди шуларни аниқлаш билан танишамиз.

17-§. Жойда чизиқ олиш ва ўлчаш

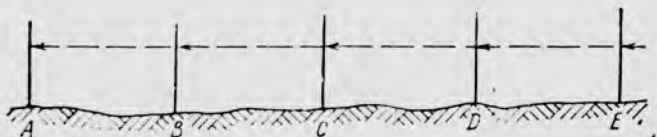
Чизиқ олиш. Жойда нуқталар вехалар (ола таъқ) билан белгиланади. қозиқлар билан маҳкамланади. Чизиқ эса унинг икки учига ўрнатилган веха билан белгиланади. Узун чизиқларни аниқ ўлчаш учун улар бир неча бўлакка бўлинади. Жойда бир йўналиш бўйича вертикал текисликда ётувчи нуқталар ўрнини белгилаш *чизиқ олиш* дейилади. Чизиқ олиш асосан икки кўринишда учрайди.

1. Берилган A ва B нуқталар бўйича шу чизиқда ётувчи $C, D, E, \dots$ нуқталар ўрнини белгилаш (19-шакл). Бунда съёмкачи A даги веха орқали B даги вехага қараб, вехалар бир-бирини беркитадиган қилиб кетма-кет C, D ва E нуқталарга вехалар қўйдиради.



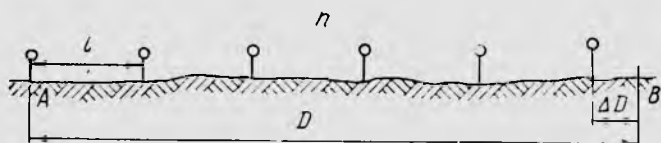
19-шакл.

2. Берилган AB чизиқни давом эттириш (20-шакл). Бунда съёмкачи B дан 40—50 м масофадаги C да туриб, AB давомида B ва A вехаларни беркитадиган қилиб, C вехани, кейин худди шундай йўл билан D ва E вехаларни ўрнатади. Чизиқ олишда вехалар 19 ва 20-шакллардаги ҳарфлар тартиби бўйича ўрнатилади. Чизиқ тепалик ёки жарликдан ўтганда ҳам юқоридаги икки йўл билан чизиқ олиш мумкин.



20-шакл.

Чизик ўлчаш. Жойда чизик пўлат лента, рулетка ва инвар симлар билан ўлчанади. Лента штрихли ва шкалали бўлади. Берилган AB чизикни (21-шакл) ўлчаш учун l — узунликтаги лента n мар-



21-шакл.

та қўйилиб, чизикдан ΔD қисми ортиб қолди, дейлик. Шу вақт чизикнинг умумий узунлиги $AB = D$ қуйидагича топилади:

$$D = nl + \Delta D.$$

Лента узунлиги $l = 20 \pm \Delta l$ бўлса,

$$D = 20n + n\Delta l + \Delta D \quad (\text{IV. 1})$$

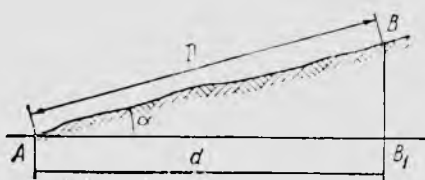
бўлади, бу ерда Δl — лента узунлигининг 20 м дан фарқи. Агар $l = 20$ м бўлганда, $\Delta l = 0$ бўлади ва:

$$D = 20n + \Delta D. \quad (\text{IV. 2})$$

Чизик узунлигини катта аниқлик билан ўлчаш керак бўлганда лента узунлигининг ҳаво температурасига қараб ўзгариши ва бошқа ҳоллар эътиборга олинади

Лента ишлатишдан олдин компараторда текширилади ва 20 м дан фарқи аниқланади. Чизик камин икки марта, тўғри ва тескари, яъни A дан B га ва B дан A га томон ўлчанади. Агар тўғри ўлчаш натижаси — D_1 , тескари ўлчаш — D_2 бўлса, булар орасидаги фарқ $\delta D = D_1 - D_2$ — абсолют хато дейилади. Бу хатонинг ўлчаш натижаларининг ўрта арифметик қиймати $D = \frac{D_1 + D_2}{2}$ га нисбатан $\frac{\delta D}{D}$

нисбий хато дейилади. Чизик ўлчаш аниқлиги нисбий хато билан баҳоланади, бу тахминан қуйидаги чегарада бўлади. Ўлчаш текис жойда бўжарилса, нисбий хато $\frac{1}{3000}$ дан ўртача жойда $\frac{1}{2000}$ дан, баланд пастлик жойда эса $\frac{1}{1000}$ дан ошмаслиги керак.



22-шакл.

Қия чизикнинг горизонтал қўйилишини аниқлаш. Ўлчанадиган чизик қия (огма) бўлса, унинг узунлиги ҳам юқоридаги каби лента билан ўлчанади, лекин горизонтал қўйилиши ҳисоблаб топилади. Агар қия чизик AB узунлигини D , унинг горизонтал қўйилишини

$AB_1 = d$, қиялик бурчаги (вертикал бурчак) ни α билан белгиласак, 22-шаклга кўра

$$d = D \cos \alpha \quad (\text{IV.3})$$

бўлади. Чизик D билан горизонтал кўйилиши d орасидаги фарқни Δd десак, $\Delta d = D - d$, ёки $\Delta d = D - D \cos \alpha = D(1 - \cos \alpha) = 2D \sin^2 \frac{\alpha}{2}$, яъни:

$$\Delta d = 2D \sin^2 \frac{\alpha}{2}. \quad (\text{IV.4})$$

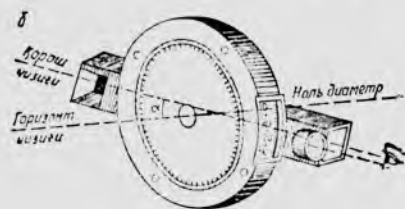
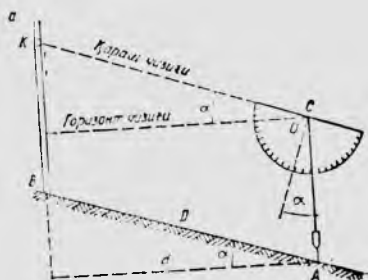
Δd қия чизик горизонтал кўйилишининг тузатмасы дейилади; унинг қиймати D ва α бўйича махсус «Чизик қиялигига тузатма» жадвалидан (4-жадвал) олинади, кейин формула

$$d = D - \Delta d \quad (\text{IV.5})$$

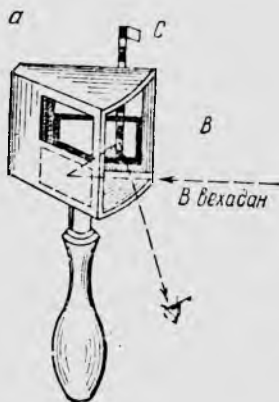
дан d топилади. Қиялик бурчаги эклиметр ёки вертикал доира ёрдамида ўлчанади.

Эклиметр. Эклиметр оддий, доиравий бўлади. Кўпроқ доиравий эклиметр ишлатилади. Эклиметр ва уни ишлатиш 23-шаклда кўрсатилган. А да туриб К нуқтага қараган ҳолда туғмани босиб олинган санок вертикал бурчак α бўлади.

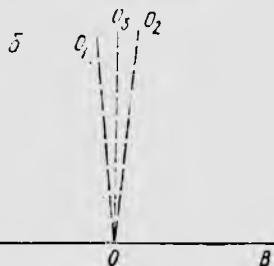
Экерлар. Экер жойда перпендикуляр чиқариш ва туширишда ишлатилади. Улар саккиз қиррали, икки ойнали, призмали бўлади. Икки ойнали экернинг кўриниши (а), нурининг йўли ва тасвир ҳосил бўлиши ва экерни

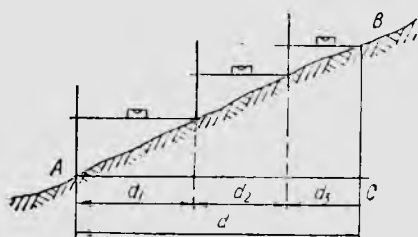


23- шакл.



24- шакл.





25- шакл.

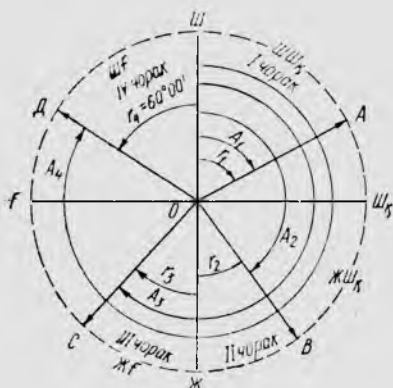
текшириш (б) 24-шаклда кўрсатилган. Экер ва эклиметрнинг аниқлиги унча бўлмаганлигидан улар кам ишлатилади.

Агар чизиқнинг қиялиги тик ва узунлиги қисқа бўлса, унинг горизонтал қўйилишини рейка ва ватерпас ёрдамида бевосита аниқлаш мумкин. Бу 25-шаклдаги каби бўлақларга бўлиб аниқланади. Шунда $d = d_1 + d_2 + \dots + d_n$ бўлади.

18- §. Томонлар йўналишини аниқлаш

(Чизиқларни ориентирлаш)

Чизиқ йўналишини бирор бош йўналишга нисбатан аниқлаш чизиқни *ориентирлаш* дейилади. Чизиқ йўналиши асосан шу чизиқ учидан ўтган меридианга нисбатан аниқланади.



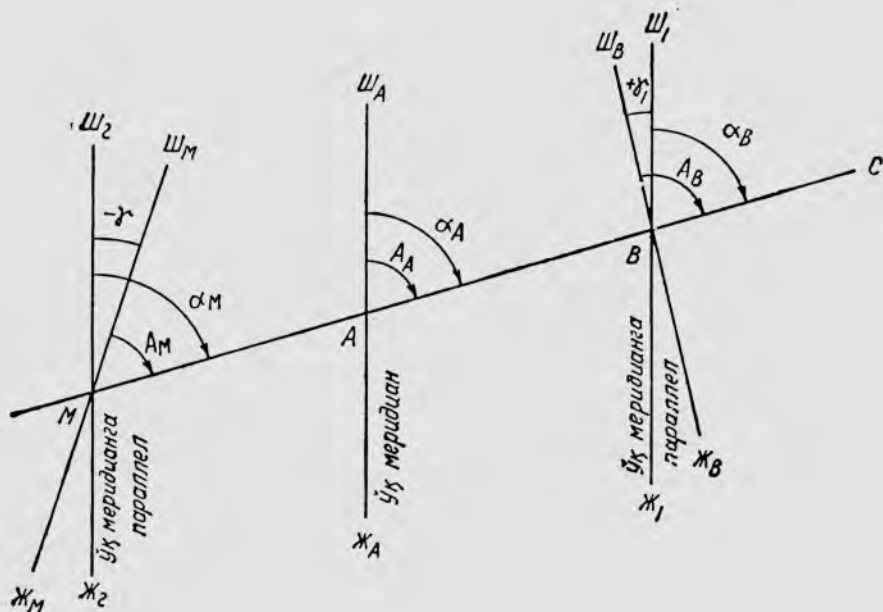
26- шакл.

Азимут. Чизиқ учидан ўтган меридианнинг шимол йўналишидан соат стрелкаси йўли бўйича чизиққача бўлган бурчак *азимут* дейилади ва A ҳарфи билан белгиланади. Азимут 0° дан 360° гача бўла олади, яъни $0^\circ \leq A < 360^\circ$ (26-шакл). Шаклда OA , OB , OC ва OD чизиқлар азимутлари A_1 , A_2 , A_3 ва A_4 кўрсатилган.

Дирекцион бурчак. Меридианларни параллел деб аниқланган азимут *дирекцион бурчак* дейилади ва α билан белгиланади. α ни аниқлашда нуқта меридиани зонанинг ўқ меридианига

параллел деб ҳисобланади. Дирекцион бурчаги ҳам 0° дан 360° гача ўзгаради, яъни $0^\circ \leq \alpha < 360^\circ$. Чизиқ азимуті ёки дирекцион бурчаги шу чизиқ икки учидagi белгиларни индекс қилиб ёзилади. Масалан, MN чизиқ азимуті A_{MN} шаклида ёки 1—2 чизиқ дирекцион бурчаги $\alpha_{1,2}$ шаклида ёзилади.

Бир тўғри чизиқ азимуті чизиқнинг турли нуқтасида турлича қийматга эга бўлади, лекин дирекцион бурчаги чизиқнинг ҳамма нуқтасида бир хил қийматда бўлади. Масалан, 27-шаклдаги MC чизиқнинг A нуқта меридиани $Ш_A Ж_A$, азимуті эса A_A бўлади. B ва M нуқталарнинг меридианлари $Ш_B Ж_B$ ва $Ш_M Ж_M$ бўлиб, шу нуқталарда чизиқ азимутлари A_B ва A_M ларга тенг. Бу азимутлар ўз-



27- шакл.

ро тенг бўлмай, балки $A_M < A_A < A_B$ бўлади. Агар B ва M нуқталардан A нуқта меридианига параллел чизик $Ш_1 Ж_1$ ва $Ш_2 Ж_2$ ўтказсак, кейин MC чизик дирекцион бурчакларини M , A ва B нуқталарда топсак, улар бир-бирига тенг бўлади, яъни $\alpha_M = \alpha_A = \alpha_B$.

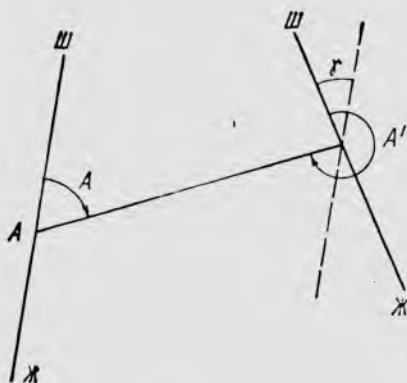
Меридианларнинг яқинлашиш бурчаги. MC чизикнинг M ва B нуқталаридан ўтган меридианлар $Ш_M Ж_M$ ва $Ш_B Ж_B$ лар билан A нуқта меридиани $Ш_A Ж_A$ (ўқ меридиан) га параллел ўтказилган $Ш_1 Ж_1$ ва $Ш_2 Ж_2$ чизиклар орасидаги бурчак γ *меридианларнинг яқинлашиш бурчаги* дейилади. Нуқта ўқ меридианга нисбатан ўнг томонда бўлса, γ мусбат, чапда бўлганда эса манфий бўлади. Дирекцион бурчак орқали азимут қуйидаги формула бўйича топилади:

$$A = \alpha + \gamma \quad (IV.6)$$

Меридианлар яқинлашиш бурчагининг қиймати икки нуқта орасидаги масофа l (км ҳисобида) ва нуқталар ўртача кенлиги φ орқали қуйидагича ифодаланади.

$$\gamma' = 0,54 \, l_{\text{км}} \, \text{tg} \varphi \quad (IV.7)$$

Агар $l = 1 \text{ км}$, $\varphi = 45^\circ$ бўлса, $\gamma = 0,54'$ бўлади. Икки нуқта оралиги 5 км дан кичик бўлганда меридианларнинг яқинлашиш бурчаги-



б
28- шакл.

ни ҳисобга олмай, меридианларни параллел десак, катта хато бўлмайди, бу вақт азимут дирекцион бурчакка тенг бўлади. Шунга кўра 26- шаклдаги азимутларни дирекцион бурчак деб ҳисоблаш мумкин.

Тўғри ва тескари азимут. Чизиқ азимут тўғри ва тескари бўлади, яъни AB чизиқ азимутининг тўғри азимут (A) десак, BA чизиқ азимут тескари (A') бўлади. Булар орасида қуйидаги муносабат бор (28-шакл).

$$A' = A + 180^\circ + \gamma \quad (IV.8)$$

Чизиқнинг тўғри ва тескари дирекцион бурчаклари бир-биридан 180° фарқ қилади:

$$\alpha' = \alpha + 180^\circ \quad (IV.9)$$

Румб. Чизиқ учидан ўтган меридианнинг шимол ва жанубий йўналиши билан чизиқ орасидаги ўткир бурчак *румб* дейилади ва r билан кўрсатилади. Румб қиймати Ер тўрт томонига нисбатан чораклар бўйича кўрсатилади. Шунинг учун румбни кўрсатишда аввал чорак номини ёзиб, икки нуқта қўйилади, кейин румбнинг градус қиймати ёзилади. Доирани (26-шаклда пунктир билан чизилган) икки диаметри билан тўртга бўлгандаги чораклар шимолдан соат стрелкаси йўли бўйича номерланиб қуйидагича номланади: I чорак — шимол шарқ (ШШ_к), II чорак — жануб шарқ (ЖШ_к), III чорак — жануб ғарб (ЖҒ) ва IV чорак — шимол ғарб (ШҒ). Масалан, (26-шакл) OA чизиқ румби ШШ_к: r_1 , OB чизиқ румби ЖШ_к: r_2 , OC чизиқ румби ЖҒ: r_3 ва OD чизиқ румби ШҒ: r_4 ёки ШҒ: $60^\circ 00'$ каби. 26-шаклда чораклар номери, номлари, чораклар бўйича чизиқлар румби ва дирекцион бурчаги (азимут) тўла кўрсатишган.

Дирекцион бурчак билан румб орасидаги муносабат. Турли геодезик масалаларини ечишда дирекцион бурчак орқали румбни ёки румб орқали дирекцион бурчакни аниқлаш керак бўлади. Бунинг учун 3-жадвалдан фойдаланиш мумкин.

3 - ж а д в а л

Дирекцион бурчак ва румб орасидаги муносабат

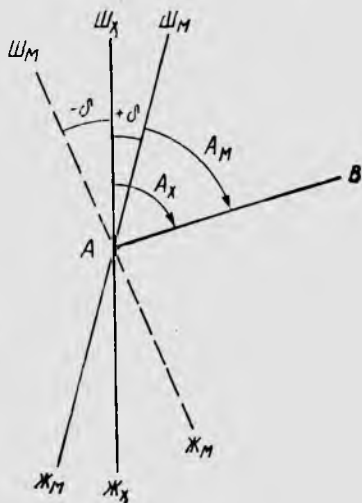
Чораклар	Дирекцион бурчак қиймати	Румб номи	Дирекцион бурчак орқали румбни ҳисоблаш	Румб орқали дирекцион бурчакни ҳисоблаш
I	$0 < \alpha_1 < 90^\circ$	ШШ _к	$r_1 = \alpha_1$	$\alpha_1 = r_1$
II	$90 < \alpha_2 < 180^\circ$	ЖШ _к	$r_2 = 180 - \alpha_2$	$\alpha_2 = 180 - r_2$
III	$180 < \alpha_3 < 270^\circ$	ЖҒ	$r_3 = \alpha_3 - 180^\circ$	$\alpha_3 = 180^\circ + r_3$
IV	$270 < \alpha_4 < 360^\circ$	ШҒ	$r_4 = 360 - \alpha_4$	$\alpha_4 = 360^\circ - r_4$

1- мисол. $\alpha = 198^\circ 35'$ бўлса, III чоракда бўлганидан, румб $r_3 = 198^\circ 35' - 180^\circ = 18^\circ 35'$ бўлади ва ЖҒ: $18^\circ 35'$ каби ёзилади.

2- мисол. $r = \text{ЖШ}_\kappa: 45^\circ 16'$, бу II чоракда бўлганидан дирекцион бурчак $\alpha_2 = 180^\circ - 45^\circ 16' = 134^\circ 44'$ бўлади.

Ҳақиқий ва магнитавий азимутлар. Чизиқнинг географик меридианига нисбатан аниқланадиган азимут бурчаги **ҳақиқий азимут** (A_χ) дейилади. Ҳақиқий ази-

мут мураккаб астрономик кузатишлар ёрдамида аниқланади, қулайлик учун кўпинча чизиқ азимути ёки румби магнит стрелкасининг йўналиши бўлган магнитавий меридианга нисбатан аниқланади ва у **магнитавий азимут** (A_m) дейилади. АВ чизиқнинг А учидан ҳақиқий ($\text{Ш}_\chi \text{Ж}_\chi$) ва магнитавий ($\text{Ш}_m \text{Ж}_m$) меридианлар ўтказилса, АВ чизиқнинг ҳақиқий ва магнитавий азимутлари топилади (29-шакл). Бу ҳақиқий ва магнитавий меридианлар орасидаги δ бурчак магнитавий меридианнинг оғиши дейилади. Оғиш ҳақиқий меридианга нисбатан ўнгда бўлса, оғиш шарқий бўлиб, мусбат ишорада, ғарбда бўлса, оғиш ғарбий ва манфий ишорада бўлади. Магнитавий азимут A_m ва оғиш бурчаги δ орқали ҳақиқий азимут қуйидаги формуладан топилади:



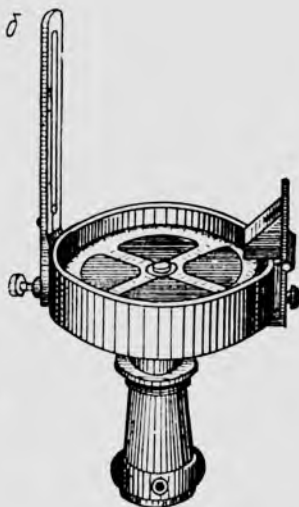
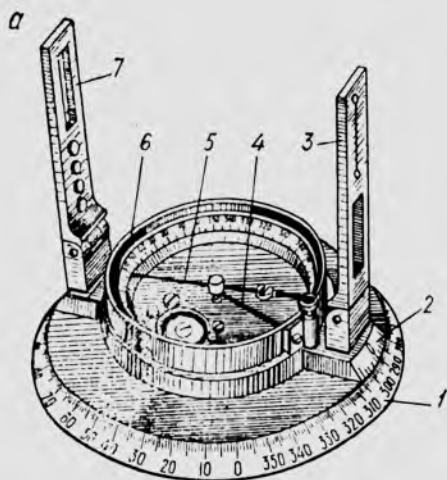
29- шакл.

$$A_\chi = A_m + \delta \quad (\text{IV.10})$$

19- §. Буссоллар

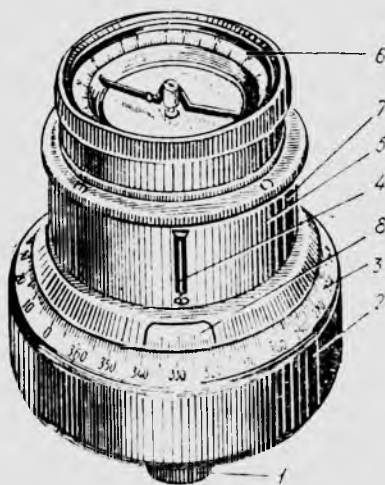
Чизиқнинг магнитавий азимути ва румби буссоллар билан аниқланади. Буссол градусларга бўлинган доиравий ҳалқали қутича бўлиб, ҳалқа марказидаги вертикал пўлат сиччага (30-шакл) магнит стрелкаси (5) ўрнатилади. Стрелкани маҳкамлаш ва бўланиш учун махсус винт-арретир (4) ишланган. Баъзан қутича ён томонларига нарсага қарашга мосланган кўз (3) ва нарса (7) диоптрлари ўрнатилади. Ҳалқа айланаси $0 - 360^\circ$ (азимут ҳалқаси) ёки $0 - 90^\circ$ гача (румб ҳалқаси) га бўлинади. Ҳозирги теодолитлар қўйма доиравий ёки ориентир буссоллар билан таъминланган бўлиб, булар теодолитларни магнитавий меридианга бўйича ориентирлаш учун мазкур қиладди. Азимутлар орқали томонлар орасидаги бурчакни аниқлаш ҳам мумкин. Бурчак ўнг томон азимутидан чап томон азимутининг айрилганига тенг:

$$\beta = A_y - A_x \quad (\text{IV.11})$$



30-шакл. Буссоллар:

a — ўрмон буссоли; *б* — қўл буссоли; 1 — лимб; 2 — верньер; 3 — кўз диоптри; 4 — арретир; *б* — магнит стрелкаси; 6 — буссоль қутиси; 7 — нарса диоптри.



31-шакл. Гониометр:

1 — маҳкамлаш винти; 2 — қўйи цилиндр; 3 — лимб; 4 — нарса диоптри; 5 — устки цилиндр; 6 — буссоль қутиси; 7 — кўз диоптри; 8 — верньер.

бунда β — ички бурчак, A_y — ўнг томон азимут, A_n — чап томон азимут. Жойда бурчаклар, асосан, теодолитлар билан ўлчанади.

Қўпинча, азимут, румбларни аниқлаш ва бурчак ўлчаш учун буссоллар ўрнига гониометр ишлатилади (31-шакл). Бу катта (2) ва кичик (5) диаметри икки цилиндрдан ясалиб, устидаги даража ҳалқасининг (6) марказига стрелка ўрнатилади. Қўйи цилиндрнинг устки айланаси бўлақларга бўлинади ва лимб (3) дейилади (31-шакл). Бу бўлақлардан саноқ олиш учун верньер (8) ясалган. Лимб ва верньер горизонтал бурчак ўлчашда ишлатилади. Бунда ҳам кўз, нарса (4) диоптирлар бор.

20-§. Ички бурчаклар орқали томонларнинг дирекцион бурчакларини ҳисоблаш

Съёмкада полигон томонларидан бирининг йўналиши аниқ топилди, кейин қолган томонлар йўналиши (дирекцион бурчаги) ўлчанган бурчаклар орқали ҳисобланади. Агар соат стрелкаси йўли бўйича юрилганда полигон ўнг бурчакларини $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ чап бурчакларини эса $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ деб белгиласак, томонлар дирекцион бурчаклари қуйидагича топилди (18-шакл). Ўнг бурчаклар орқали $\alpha_2 + \beta_2 = \alpha_1 + 180^\circ$ ёки $\alpha_2 = \alpha_1 + 180 - \beta_2$, худди шунга ўхшаш $\alpha_3 = \alpha_2 + 180 - \beta_3$ ёки умумий кўринишда:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180 - \beta_1. \quad (IV.12)$$

Агар $\beta = 360^\circ - \gamma$ эканини эътиборга олсак ва β ўрнига унинг қийматини қўйсак, дирекцион бурчак чап бурчак орқали қуйидагича топилди:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \gamma_n - 180^\circ. \quad (IV.13)$$

21-§. Теодолит ва унинг бўлаклари

Жойда икки чизик орасидаги бурчак горизонтал қўйилиши теодолит ёрдамида ўлчанади. Теодолит ассан, лимб, алидада доираси, верньер, адилак ва кўриш трубаларидан ясалади. Лимби айланадиган теодолит такрорий, айланмайдигани эса оддий теодолит дейилади. Ҳозирги ТТ-50, ТТ-5 теодолит—тахсometrлар такрорий бўлиб, горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчашида ишлатилади. Теодолитнинг тузилиши ва ишлатилиши унинг паспортида тушунтирилади. Теодолит ассан қуйидаги қисмлардан ясалади.

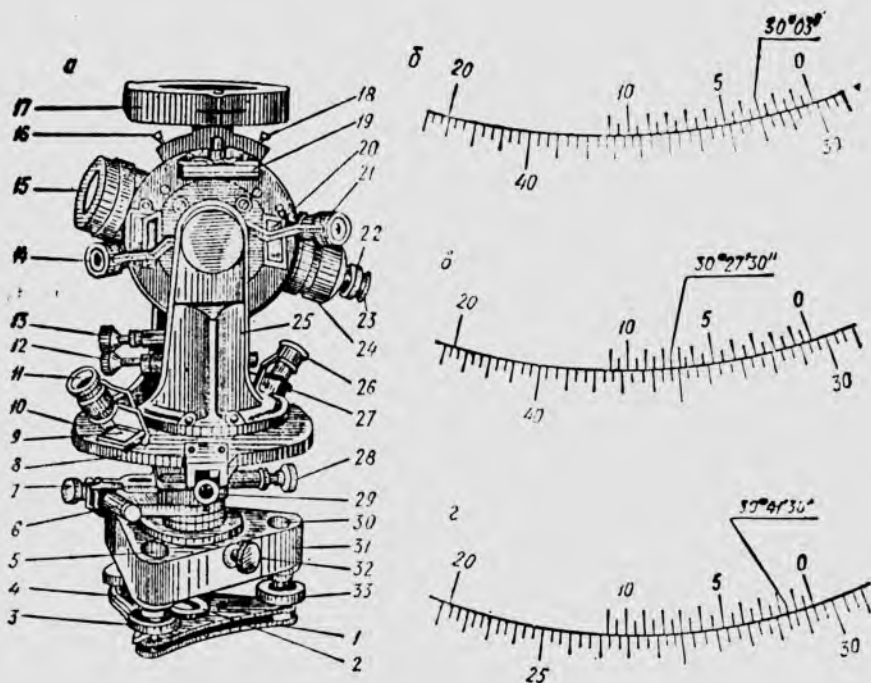
Лимб—диаметри 10—12 см ли баркаш (доира) бўлиб, йўнилган айланаси 0 дан 360 гача турли аниқликдаги бўлақларга бўлинади. Лимбнинг маҳкамлаш ва қаратиш (микрометрик) винти бўлиб, маҳкамлаш винти қотирилганидагина микрометрик винти ишлайди. ТТ-50 да лимби 20° дан ТТ-5 да эса 10° дан бўлинган. ТТ-5 теодолити ТТ-50 га қараганда анча енгил ва ихчам. 32-шаклда ТТ-50 нинг тузилиши ва бўлаклари кўрсатилган.

Алидада доираси—лимб марказида айланадиган доира бўлиб, бир диаметрининг икки учига лимб бўлақларидан санок олиш учун махсус шкалалар ясалади ва верньер дейилади. Адилак ва кўриш қуроллари алидада устида жойлашган. Алидаданинг ҳам маҳкамлаш ва микрометрик винтлари бўлади.

Верньер—лимб бўлақларидан санок олиш мосламаси бўлиб, турли аниқликда ясалади. Агар верньер аниқлигини l десак у қуйидагича ифодаланади:

$$l = \frac{l}{n+1}, \quad (IV.14)$$

бунда l —лимб бир бўлагининг қиймати (минут ҳисобида); $n+1$ —верньер бўлақларининг сони.



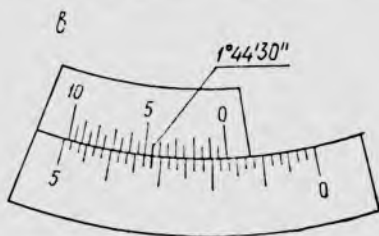
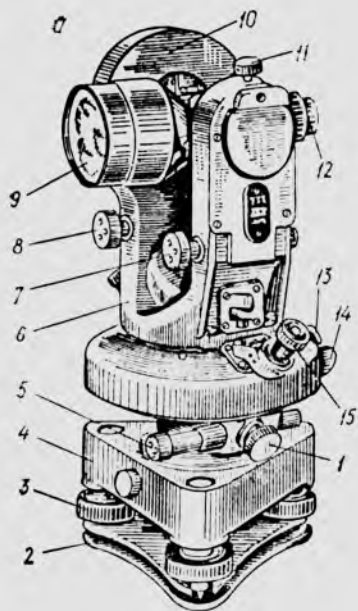
32- шакл. ТТ-50 теодолити:

а — умумий кўриниш; 1—кўтаргич винт тираладиган пластинка; 2—9 рнатгич винт итулкаси, 3 ва 33 — кўтаргич винтлар; 4 — пружина пластинкаси; 5 ва 30 — кўтаргич винт ҳаракатий тўғрилаш винти; 6 — лимб микрометрик винтининг пружинали гильзаси; 7 — лимбни маҳкамлаш винти; 8 — лимб; 9 — санок олиқ олинаси; 10 — лимб гильзаси; 11 ва 26 — лупалар; 12 — вертикал доиранинг микрометрик винти; 13 — трубаининг микрометрик винти; 14 ва 21 — лупалар; 15 — труба объективи; 16 ва 18 — буссолини маҳкамлаш винтлари; 17 — қўйил буссоли; 19 — цилиндрик алидак; 20 ва 27 — иллюминациялар; 22 — окуляр ҳалқаси; 23 — окуляр трубкасининг ҳалқаси; 24 — окуляр; 25 — трубаининг горизонтал ўқи тағлиги; 28 — алидакнинг микрометрик винти; 29 — алидакнинг маҳкамлаш винти; 31 — трегер; 32 — вертикал ўқни маҳкамлаш винти; 6, в ва г — горизонтал доира саноклари.

Верньердан лупа ёрдамида санок олинади. 32-шаклда ТТ-50, 33-шаклда ТТ-5 ва горизонтал ҳамда вертикал доира верньерларининг саногини кўрсатилган.

1- мисол. ТТ-50 да лимб 1080 бўлакка бўлинганидан бир бўлагининг қиймати $l = 20'$ бўлади: верньер бўлақларининг сонини $n + 1 = 40$ бўлса, верньер аниқлиги (IV.14) га биноан $t = \frac{20'}{40} = 0,5$ ёки $30''$ бўлади.

2- мисол. ТТ-5 лимби 2160 бўлакка бўлинган шунда $l = 10$ бўлади. Аниқлиги $t = 0,5' = 30''$ бўлган верньер яшаш учун (IV.14) дан $n + 1$ ни аниқлаш керак. $n + 1 = \frac{10'}{0,5'} = 20$ бўлади, яъни лимбдан 19 бўлак олиб, уни верньерда 20 та бўлакка бўлиш керак.



33-шакл. ТТ-5 теодолити:

а — умумий кўриниши; 1 — лимбни маҳкамлаш винти; 2 — ўрнатгич винтининг ятулкаси ва пружинали пластинкаси; 3 — кўтаргич винт; 4 — гребел; 5 — лимбнинг микрометрик винти; 6 — труба айланиш ўқиining таглиги; 7 — трубанинг микрометрик винти; 8 — вертикал доира алидадасининг микрометрик винти; 9 — труба объективи; 10 — вертикал доира; 11 — трубаи маҳкамлаш винти; 12 — окуляр; 13 — алидадани маҳкамлаш винти; 14 — алидаданинг микрометрик винти; 15 — ҳаракатсиз луна; б — горизонтал доира саноғи — $160^{\circ} 40' 40''$; в — вертикал доира саноғи — $1^{\circ} 44' 30''$.

Металл лимбни майда бўлақларга бўлиш ва верньер орқали $30''$ дан кичик аниқлик билан саноқ олиш мумкин бўлмаганидан теодолит лимбни шундан ишланади ва бундай асбоб оптикавий теодолит дейилади. Буларда саноқ олиш учун микроскоп ишлатилади.

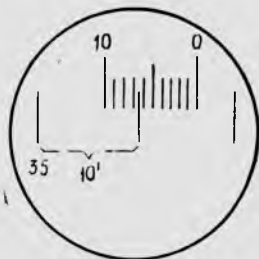
Микроскоп — оптикавий теодолитларда кичик бўлақлардан катта аниқлик билан саноқ олиш учун верньер ўрнида ишлатилади. Микроскоп икки ва ундан кўп линзадан ясалиб, лимб бўлақларидан саноқ олиш учун бир ойнага штрих ёки шкала ишланган бўлади. Шунга кўра, микроскоп штрихли (34-шакл) саноқ — гор. доира — $6' 17''$, верт. доира — $0' 23''$ ёки шкалалари (35-шакл), саноқ — $35' 16,7''$ бўлади.

Адилак — геодезия асбобларини горизонтал ҳолга келтириш учун ишлатилади ва доиравий ҳамда цилиндрик бўлади. Доиравий адилак ўқи асбоб айланиш ўқиға параллел, яъни вертикал бўлади; цилиндрик адилак ўқи эса шунча трубкачанинг ноль пунктига (пуфакча марказига) уринма ва горизонтал бўлади. Цилиндрик адилак аниқлиги юқори бўлганидан у кўп ишлатилади. Нивелирларда контактли (пуфакча ярим палла бўлиб кўринадиган) адилаклар ишлатилади.



34- шакл. Штрихли микроскоп:

Г — горизонтал доира саноғи,
6° 17' В — вертикал доира саноғи
0° 23'.

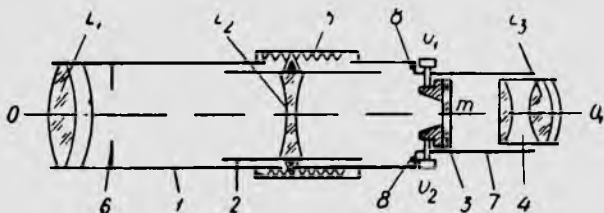


35- шакл. Шкалали микроскоп-ста-
ноқ $35^{\circ} 10' + 6,7' = 35^{\circ} 16,7'$.

Кўриш қуроллари. Геодезия асбобларида саноқ олиш ва узоқ нуқтага қараш учун лупа, микроскоп, кўриш трубалари каби кўриш қуроллари ишлатилади.

Лупа—лимб ва верньердан саноқ олишда ишлатилади; у икки томони қабариқ линзадан ясалган кичик труба бўлиб, 10 марта катлаштиради.

Кўриш трубаси — жойда турли узоқликдаги нарсаларга қараш учун ишлатилади. Кўриш трубаси 36- шаклда кўрсатилганидек, асосан, объектив (1) ва окуляр (7) колено (тирсак) ҳамда окуляр трубкачаси (4) дан ясалади. Буларда объектив (L_1) ва окуляр (L_3) линзалар ўрнатилган. Нарса тасвири шу икки линзага тушган нурлар орқали ҳосил бўлади.



36- шакл. Кўриш трубаси:

L_1 — объектив линзаси; L_3 — окулярининг мураккаб линзаси; L_2 — фокуслаш линзаси; u_1, u_2 — иплар тўрининг тузатгич винтлари; $0, 1$ — оптиканин ўқ; 1 — объективни тирсак; 2 — пағрубок; 3 — иплар тўри, 4 — окуляр трубкачаси; 5 — кремадьер; 6 — четки нурни тўсувчи диафрагма; m — тўр маркази. 7 — окуляр тирсаги; 8 — окуляр ва объектив тирсакларини бирлаштирувчи винтлар.

Абберрациялар. Объектив четига тушган нур кўпроқ, марказга яқин тушган нур камроқ синиши орқали улар бир нуқтадан ўтмай, фокус атрофидан ўтади. Шунинг учун нарса тасвири хиралашади. Бу ҳол *сферик абберрация* дейилади. Линзадан ўтган нур спектрлардагидек рангларга бўлинади; бу ҳам тасвири туманлаштириб, равшанликни йўқотади. Бу ҳодиса *хроматик абберрация* дейилади.

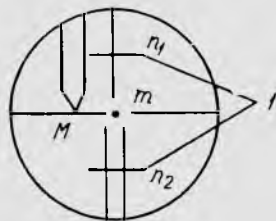
Мураккаб линзалар. Сферик ва хроматик абберацияларни йўқотиш учун объектив ва окуляр линзаларни бир неча йиғувчи ва тарқатувчи линзаларни турли комбинацияда қўшиб жойлаштирилиши орқали ясалади ва бу линзалар *мураккаб объектив* ва *мураккаб окуляр* дейилади.

Труба катталаштириши. Кўриш трубаларининг қаралган нарсани катталаштириб кўрсатиши турли асбобда турличадир. Бу объектив ва окуляр линзаларининг фокус масофасига боғлиқ бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$v = \frac{f_1}{i_2}, \quad (IV.15)$$

бу ерда f_1 — объективнинг фокус масофаси; f_2 — окулярнинг фокус масофаси, v — трубанинг катталаштириши. Ҳозирги геодезия асбобларидаги кўриш трубалари 25 — 40 марта катталаштирилади. Труба катталаштиришининг ошиши билан трубанинг кўриш майдони ва равшанлиги камаяди, бу эса нарсага қарашни қийинлаштиради.

Иплар тўри — трубанинг окулярли тирсагига горизонтал ҳамда вертикал иплар чизилган шиша доира махсус винтлар билан ўрнатилади ва *иплар тўри* (3) дейилади. Тўрни ушлаб турувчи тўртта винт (V_1, V_2) тўрнинг *тузаткич* винтлари деб аталади. Тўрда горизонтал ҳамда вертикал иплар турли кўринишда жойлашади. Нарсага иплар тўрининг маркази m қаратилади (37-шакл). Тўрнинг ўртадаги горизонтал ипининг икки ёнида иккита горизонтал (I) ип ҳам бўлади ва *дальномер иплари* дейилади.



37-шакл.

Трубани кўзга ва нарсага тўғрилаш. Асбоб билан ишлайдиган киши аввал трубани ўз кўзига тўғрилаш керак. Иплар тўрини тиниқ ва тим қора ҳолда кўринадиган қилиш кўзга тўғрилаш дейилади. Бу окуляр трубачасини (4) (36-шакл.) ўнг ёки чапга бураш йўли билан бажарилади. Нарса турли узоқликда бўлганда унинг тасвирини яққол, равшан ва тиниқ қилиш учун объективли тирсакдаги кремальер винт (5) ёки кремальер халқа буралади. Бу, трубани нарсага тўғрилаш ёки фокуслаш дейилади. Агар етарлича тўғри фокусланмаса, кўз қимирлаши билан тасвир ҳам силжийди. Бу ҳодиса иплар параллакси деб аталади, буни йўқотиш учун кремальер винтини бир оз бураш керак. Ҳозирги асбоблар трубаси ички фокусланадиган қилиб ишланади. Бунда трубаларнинг объективли тирсагига фокусловчи L_2 линза ўрнатилиб, объективли тирсакдаги халқа орқали уни суриш йўли билан фокусланади (36-шакл).

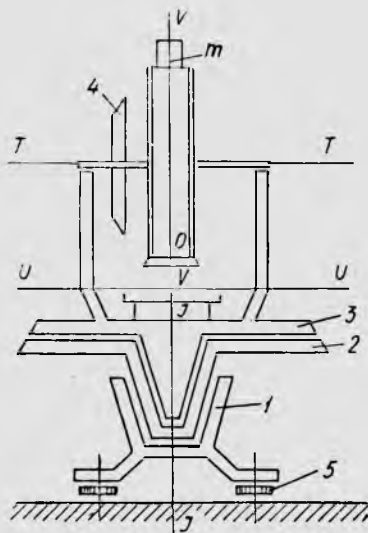
Теодолитни синаш. Теодолит бўлақларининг тузилишида бир-бирига нисбатан механика-технологик ва геометрик шартлар бўйича тўғри ўрианиши бурчак қийматини аниқ ўлчаишда катта аҳамиятга эга. Шунга қўра, теодолит ишлатишдан олдин синалади ва текширилади. Асбоб ясаишдаги технологик камчиликлар бор-йўқлигини аниқлаш (лимб, алидада, труба ва улар винтларининг раван ҳа-

ракат қилиши, алидада лимб марказида айланиши, лимб верньер бўлакларининг тўғрилиги, адилак пуфакчасининг ҳаракати кабилар) теодолитни синаш дейилади. Сезилган камчиликлар фақат механикавий устахоналарда тузатилади; баъзиларининг таъсири турли ўлчаш усуллари татбиқ этилиб ҳам йўқотилади. Масалан, эксцентриситет хато и таъсири қуйидагича йўқотилади.

Эксцентриситет хатоси (марказлашмаслик хатоси). Теодолитнинг алидада доираси лимб марказида айланиши керак. Бу шарт бажарилмаганда эксцентриситет хатоси келиб чиқади. Бунни аниқлаш учун алидаданинг турли туришида бир вақтда иккала верньердан саноқ олинади; саноқлар айирмаси 180° дан фарқ қилса, бу, иккиланган эксцентриситет хатоси бўлади. Бу хатони тузатиб бўлмайди, лекин унинг ўлчаш натижасига бўладиган таъсирини йўқотиш мумкин. Бунинг учун бурчак ўлчашда I верньердан градус, минут ва секунд саноқлари. II верньердан эса ёлғиз минут ва секунд саноқлари олинади. Кейин минут ва секунд саноқларининг арифметик ўрта қиймати ҳисобланади; чиққан сон эксцентриситет хатосидан холи бўлади.

22-§. Теодолитни текшириш ва юстировка қилиш

Теодолит бўлакларининг геометрик шартларга кўра ўзаро қанчалик тўғри ўрнашганлигини аниқлаш *теодолитни текшириш* дейилади. Бу шартлар бажарилмаган бўлса, уларни тузатиш *юстировка* деб аталади. Ҳозирги теодолитлар қуйидаги шартлар бўйича текширилади



38-шакл. Теодолитнинг схемаси:

1 — теодолит тағлиги; 2 — лимб; 3 — алидада; 4 — вертикал доира; 5 — кўтаргич винт; m — ипплар тўғри маркази; o — объектив маркази; II — теодолитнинг асосий ўқи; uu — адилак ўқи; om (от) — кўриш ўқи; TT — трубининг айланиш ўқи.

I Алидада доирасидаги цилиндрик адилак ўқи UU алидаданинг айланиш ўқи JJ га перпендикуляр, яъни $UU \perp JJ$ бўлиши керак (38-шакл). Бу шарт адилакни текшириш дейилади ва ҳамма геодезик асбобларда шу шарт текширилади. Бунинг учун лимб маҳкамланиб, алидада бўшатилади. Кейин адилак ихтиёрий икки кўтаргич винт ўртасига қўйилади-да, бу винтлар бир вақтда турли ёққа (ўзига ёки ўзидан) буррилиб, адилак пуфакчаси ампула ўртасига келтирилади ва I верньердан саноқ олинади (ТТ-50 да окуляр ёнидаги верньер I верньер деб қабул қилинади).

Кейин алидада бўшатилиб, 180° га айлантирилади. Пуфакча ўртадан қанча қочса, адилакнинг тузатгич винтлари ёрдамида пуфакча

ўртага томон шунинг ярмига, яъни 4 бўлак қочса, 2 бўлакка сурилади, ТТ-50 теодолитида адилакнинг тузатгич винтлари қуйидагича буралади: пуфакча ампуланинг ўнг томонига қочса, пуфакчани чапга суриш учун ўнг томондаги тузатгич винт соат стрелкаси йўлига қарши буралади, яъни бўшатилади, чапдаги винт эса соат стрелкаси йўли бўйича буралади, яъни маҳкамланади. ТТ-50 адилагининг винтлари теодолит кўтаргич винтлари каби буралади, пуфакча ўнгга қочса, тузатгич винтлар ўзидан нарига, чапга қочса, ўзига томон буралади. Кейин алидада бўшатилиб, 180° айлантирилади-да, адилак икки кўтаргич винт ўртасига келтирилгач, улар бурилиб, пуфакча ўртага келтирилади. Кейин алидада яна 180° айлантирилиб қаралади, агар пуфакча яна ўртадан қочса, юқоридаги каби иш бажарилади. Бу иш бир неча марта такрорлангач, пуфакча икки ҳолда ҳам ампула ўртасида турадиган бўлади. Бу билан адилак тузатилган бўлади.

ТТ-5 нинг адилаги ҳам юқоридагидек текширилади. Тузатгич винт бир тагликнинг қуйи қисмига жойлашган. Агар пуфакча ўнгга қочса, тузатгич винт соат стрелкаси йўли бўйича буралади, чапга қочса, винт соат стрелкаси йўлига тескари буралади.

Адилакни текшириш ва тузатишни тезлатиш учун уни тахминан икки кўтаргич винт ўртасига қўйиб, пуфакчани ўртага келтиргач, алидадани бўшатиб, тахминан 90° айлантирилади-да, учинчи кўтаргич винт билан пуфакча ўртага келтирилади. Бунда адилак тўғри бўлса, асбоб горизонтал ҳолга келган бўлади. Буни аниқлаш учун алидада илгариги ҳолига келтирилади; пуфакча ўртадан қочса, икки кўтаргич винт билан тўғриланади. Кейин алидада, саноқ олинимай, тахминан 180° айлантирилади. Пуфакча ўртадан қочса, шунинг ярмига юқоридагидек, тузатгич винтлар ёрдамида сурилади. Бу иш бир неча марта такрорланади. Ҳар қандай асбобнинг адилаги иш олдидан бир марта текширилади; бир нуқтадан иккинчи нуқтага кўчганда эса адилакка тегилмай асбоб горизонтал вазиятга келтирилади, холос.

Асбобни горизонтал ҳолга келтириш. Бунинг учун адилак икки кўтаргич винт ўртасига қўйилиб, пуфакча ўртага келтирилади. Кейин алидада бўшатилиб, тахминан 90° айлантирилади-да, учинчи винт воситасида пуфакча ўртага келтирилади. Бунда адилак тўғри бўлса, асбоб горизонтал ҳолга келган бўлади. Доиравий адилакни бир вақтнинг ўзида учта кўтаргич винтни бураш йўли билан горизонтал вазиятга келтирилади.

2. Иплар тўрнининг бир ипи вертикал бўлиши керак. Буни текшириш учун асбоб горизонтал вазиятга келтирилиб, 20 — 30м масофадаги шовинга қаралади. Агар вертикал ип бор бўйича шовинини бекитса, шарт бажарилган бўлади, ақс ҳолда тўр ипини тузатиш керак. Бунинг учун иплар тўрнининг қалпоқчаси бураб олинади ва диафрагма тутувчи винтларни (8) (окулярли тирсақни объективли тирсақ билан бирлаштирувчи винтларни) отвортка билан бўшатилиб, ип шовинини тўла беркитгунча окуляр тирсағи буралади, кейин винтлар маҳкамланади.

3. Трубанинг кўриш ўқи *от* унинг айланиш ўқи *ТТ* га перпен-

дикуляр, яъни $от \perp TT$ бўлиши керак (38-шакл). Иплар тўри маркази m билан объектив маркази O дан ўтади деб фараз қилинган чизик труба^{нинг} кўриш ўқи деб аталади. Бу шарт бажарилмаса, коллимацион хато c ҳосил бўлади. Буни текшириш учун вертикал доира трубага нисбатан ўнгда турганда труба^{нинг} узоқ M нуқтага қаратиб, I верньердан градус, минут ва секунд ($75^\circ 44' 00''$) саноклари, II верньердан эса фақат минут ва секунд ($43' 00''$) саногин олинади, минутлар^{нинг} арифметик ўрта қиймати ($43' 30''$) ҳисобланади. Бу доира ўнгда тургандаги ($D\breve{Y}$) санок ($75^\circ 43' 30''$) ни R деб белгилаймиз. Кейин труба бўшатилади ва зенит орқали айлантирилиб, алидада бўшатилади-да, яна ўнча M нуқтага қаралади. Бунда вертикал доира трубага нисбатан чапда бўлади. Энди II верньердан градус, минут ва секунд ($75^\circ 40' 30''$), I верньердан минут ва секунд ($40' 30''$) саногин олинади. Булар^{нинг} арифметик ўрта қиймати ($40' 30''$) ҳисобланади. Бу доира чапда тургандаги (DY) санок^{ни} L деб белгилаймиз.

$D\breve{Y}$ ва DY саноклар айирмаси коллимацион хатон^{инг} иккилангани, яъни $R - L = 2c$ бўлади. Бу $c \leq 2l$ (l — верньер аниқлиги) бўлиши керак. Мисолда:

$$c = \frac{R - L}{2} = \frac{75^\circ 43' 30'' - 75^\circ 40' 30''}{2} = + 1' 30''.$$

$TT - 5$ да $l = 30''$, $2l = 1'$ бўлганидан, $c > 2l$, яъни хато ўл қўярли эмас. Буни тузатиш учун саноклар^{нинг} арифметик ўрта қиймати ҳисобланади. Мисолда:

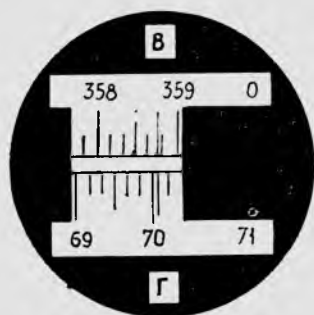
$$\frac{R + L}{2} = 75^\circ + \frac{43' 30'' + 40' 30''}{2} = 75^\circ 42' 00''.$$

Кейин алидада микрометрик винт^{нинг} бураб, DY да бўлганида $75^\circ 40' 30''$ да турган II верньер $75^\circ 42' 00''$ саногига тўриланади. Шунда иплар тўрин^{инг} маркази m нуқта қаратилган M нуқтадан сурилади (37-шакл). Тўгрилаш учун иплар тўрин^{инг} вертикал винтлари бўшатилиб, икки ён винт буралади-да, m нуқта M га келтирилади. Контрол учун текшириш яна такрорланади. 2 ва 3-текшириш бирга бажарилиши керак.

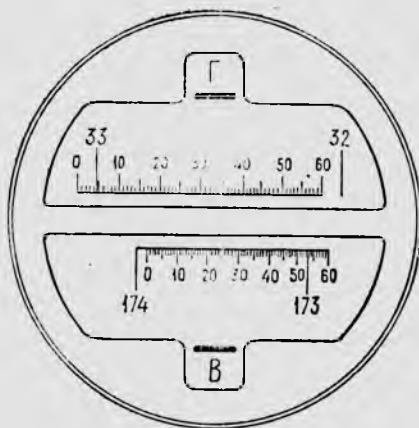
4. Труба^{нинг} айланиш ўқи TT асбоб^{нинг} айланиш ўқи JJ га перпендикуляр, яъни $TT \perp JJ$ бўлиши керак. Бу шарт ҳозирги $TT - 50$, $TT - 5$ каби теодолитларда далада текширилмайди. Завод труба тагликлар^{нинг} тенг қилиб ишлаганидан уларга тузатгич винтлар ўрнатилмаган.

23- §. Оптикавий теодолитлар

Металл лимб^{ли} $TT - 50$, $TT - 5$, TN (теодолит-нивелир), $ТПП$ (лойиҳалаш теодолит-тахсесметри) лар билан бир қаторда, лимби шишадан ишланиб, оптикавий системалар билан бойитилган теодолитлар — $ТОМ$ (иҳчам оптикавий теодолит), $T - 30$, $ОПШ$ (шкатали оптикавий теодолит), $TT - 4$ (тахсесметрик теодолит) кенг қўламда ишлатилмоқда. Буларда верньер ўрнига окуляр труба^{си} ёнида микроскоп ўрнатилган бўлиб, ундан бир вақтда горизонтал ҳамда вер-



39-шакл. Т-30 теодолити саноқ олиш микроскопининг кўриш майдони. Вертикал саноғи $358^{\circ} 48'$, горизонтал доира саноғи $70^{\circ} 03'$.



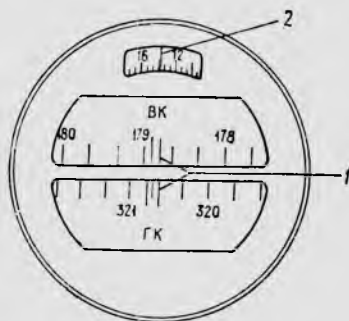
40-шакл. ОТШ теодолити микроскопининг кўриш майдони. Горизонтал доира саноғи $33^{\circ} 04,6'$, вертикал доира саноғи $173^{\circ} 53,4'$.

тикал доиралардан саноқ олинади. Оптикий теодолитларда саноқ верньердаги каби икки томондан олинмай, бир ердан олинади. Шунга кўра, кўриш ўқининг труба айланиш ўқига перпендикуляр бўлишидаги 3-шарт икки приёмда, яъни бир нуқтага лимбнинг бир турилида 2 марта (R_1 ва L_1) ва лимб жойини 180° га ўзгартириб, яна 2 марта қараб (R_2 ва L_2) саноқлар олинади; кейин 3-шартдаги коллимацион хато

$$c = \frac{(R_1 - L_1 \pm 180) + (R_2 - L_2 \pm 180)}{4} \text{ форм.}$$

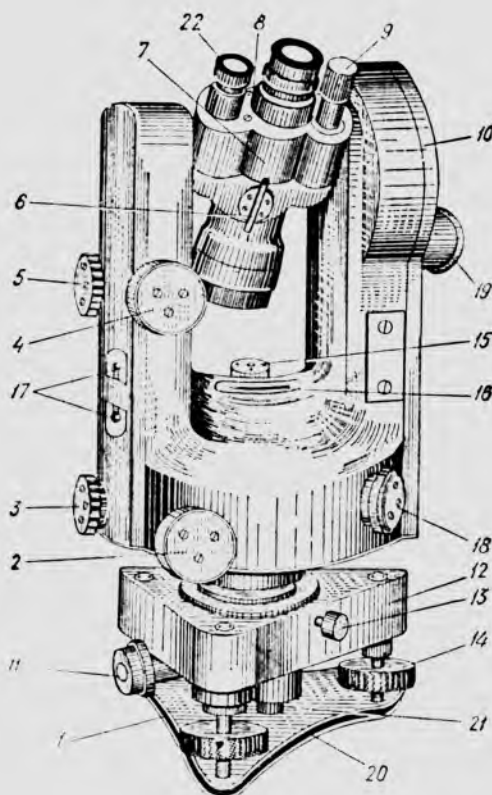
муласи билан аниқланади. Бунда эксцентриситет хатоси таъсири йўқолади. Бу янги теодолитлар анча оддий ясалган бўлиб, ишлатишга қулай. ТОМ

ва Т-30 ларда штрихли микроскоп ўрнатилган, саноқ аниқлиги $1'$, ОТШ да эса шкалали микроскоп бўлиб, саноқ аниқлиги $0,1 \div 6''$ ТТ-4 да лимблар бўлаги $20'$ дан бўлиб, ҳар градус қиймати ёзилган. Бу теодолитларнинг тузилиши, текшириш ва саноқ олиш мосламалари шу теодолитларга қўшиб бериладиган инструкцияда тўла баён этилган. 39-шаклда Т-30 нинг, 40-шаклда ОТШнинг, 41-шаклда эса ТТ-4 нинг саноқ мосламалари кўрсатилган. 42-шаклда ОТШ бўлаклари тасвирланган.



41-шакл. ТТ-4 теодолити микроскоп-микрoметрининг кўриш майдони.

Горизонтал доира саноғи $320^{\circ} 40' + 16' 35'' = 320^{\circ} 56' 35''$. 1 — горизонтал ҳамда вертикал доира биссекторлари; 2 — микрометр штрихи.



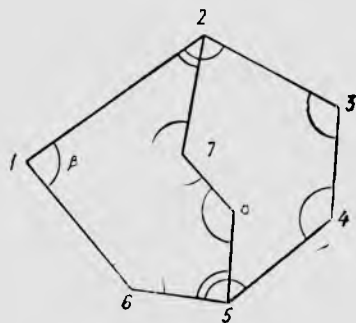
42- шакл. ОТС теодолити.

1 — пружинали пластинка; 2 — горизонтал доиранинг қаратгич винти; 3 — горизонтал доирани маҳкамлаш винти; 4 — трубининг қаратгич винти; 5 — трубага маҳкамлаш винти; 6 — оптикaviй визир; 7 — кўриш труба; 8 — тўрнинг тузатгич винтлари; 9 — кремальера; 10 — буссолининг ўрнакчили жойи; 11 — оптикaviй марказловчи; 12 — учоёқни маҳкамлаш винти; 13 — учоёқ; 14 — қўтаргич винт; 15 — доирaviй адилак; 16 — цилиндрик адилак; 17 — цилиндрик адилакнинг тузатгич винтлари; 18 — горизонтал доира қўйини алмаштирувчи винт; 19 — ойпа; 20 — трепет; 21 — втулка; 22 — санок микроскопининг окулари.

24- §. Теодолит билан горизонтал бурчак ўлчаш

Такрорий теодолит билан бурчакнинг горизонтал қўйишлигини ўлчашда приём, такрорлаш, доирaviй приём ва нолларни тўғрилаш каби усуллар қўлланилади. Бурчак бир нуқтадан чиққан икки йўналиш бўйича олинган саноклар айирмаси бўлади. Масалан, 6 бурчакли полигон бурчакларидан биринчи бурчакни приём усулида ўлчашни қўриб чиқайлик (43- шакл).

Приём усули. Полигоннинг икки 6—1 ва 1—2 томонлари орасидаги бурчакни ўлчаш учун теодолит бурчак учи 1 нуқтага штативнинг тепаси чамада горизонтал бўладиган қилиб ўрнатилади, шовин билан марказлаштирилгач, штатив оёқлари ерга маҳкамланади, кейин горизонтал вазиятга келтирилади. Лимб маҳкамланиб, труба ва алидада бўшатилади-да, труба ўнг нуқта 6 га қаратилади. Кўриш майдонида вежа кўрингач, труба ва алидада маҳкамланади; алидада ва труба микрометрик винтларини бураб, тўр маркази вежа тагига, вертикал ип эса вежа ўртасига аниқ қилиб тўғриланади.



43-шакл.

Кейин I верньердан градус, минут ва секунд саноқлари ($185^{\circ}45'30''$) олиниб, бурчак ўлчаш журналига 6 нуқта қаторига I верньер графасига ёзилади, II верньердан эса фақат минут ва секунд саноқлари ($46^{\circ}30'$) олиниб II верньер графасига 6 нуқта қаторига ёзилади, минут ва секундлар ўрта қиймати ҳисобланиб ($46^{\circ}00'$), ўртача деган графага ёзилади. Кейин алидада бўшатилиб, чапдаги 2 нуқтага қаратилади ва юқоридаги каби саноқлар ($95^{\circ}43'00''$ ва $44^{\circ}00''$) олиниб, 2 нуқта қаторига ёзилади (I-журнал) ва ўртачаси ($43'30''$) ҳисобланади. Кейин ўнг нуқта ўртача саноғидан чап ўртача саноғи айирилса, бурчак қиймати чиқади:

$$\beta = n_{\text{ўнг}} - n_{\text{чап}} \quad (\text{IV.16})$$

Мисолимизда: $\beta = 185^{\circ}46'00'' - 95^{\circ}43'30'' = 90^{\circ}02'30''$. Бу қиймат биринчи ярим приём қиймати дейилади. Бунда вертикал доиранинг ўнг ёки чапда ($D\check{U}$ ёки $D\check{C}$) бўлишининг аҳамияти йўқ.

Кейин иккинчи ярим приёмда ўлчаш учун лимб бўшатилиб, тахминан 90° айлантирилади-да, маҳкамлаб қўйилади. Труба бўшатилиб, зенит орқали айлантирилади. Бу вақт вертикал доира трубага нисбатан чапда, яъни $D\check{C}$ (L) да бўлади. Кейин алидада бўшатилиб, труба 6 нуқтага қаратилади ва юқоридегидек саноқлар олинади ($71^{\circ}17'30''$ ва $18^{\circ}30''$) буларнинг ўртачаси ҳисоблаб ёзилади ($18^{\circ}00''$). Кейин алидада бўшатилиб, 2 нуқтага қараб, саноқлар олиб ёзилади ($277^{\circ}17'00''$ ва $16^{\circ}00''$) ва ўртачаси ҳисобланади ($16^{\circ}00''$). Бунда ҳам ўнг саноқдан чап саноқ айрилса, бурчакнинг иккинчи ярим приёмда ўлчанган қиймати чиқади. Ўнг саноқ чап саноқдан кичик бўлганда, ўнг саноққа 360° қўшиб, кейин айрилади ($71^{\circ}18'00'' + 360^{\circ} - 277^{\circ}16'30'' = 90^{\circ}01'30''$). Икки ярим приём орасидаги фарқ $2t$ дан ошмаслиги керак (мисолимизда $t = 30'$, $2t = 1'$). Шарт bajarилганда икки ярим приём натижаларининг ўрта арифметик қиймати топилади; фарқ катта бўлса, бурчак қайтадан ўлчанади. Мисолда:

$$\beta_0 = 90^{\circ} + \frac{02'30'' + 01'30''}{2} = 90^{\circ}02'00''.$$

Бу сон бурчакнинг тўлиқ приёмда ўлчанган қиймати бўлиб, иккинчи ярим приём қиймати қаторига ёзилади.

Бурчак ўлчанганда асбобдаги эксцентриситет хатоси таъсирини йўқотиш учун икки верньердан олинган санокларининг ўртача қиймати олинади; коллимацион хато таъсирини йўқотиш учун бурчак вертикал доиранинг икки ($D\mathcal{X}$ ва $D\mathcal{Y}$) турлисида ўлчанган ва натижаларининг ўртача қиймати қабул қилинади. Полигон учларидаги ҳамма бурчак шу тартибда ўлчаниб, натижалар журналга ёзилади. Бундан ташқари, ўлчанган вақтида буссоль ёрдамида ҳар қайси томоннинг магнитавий азимутини аниқланади, томонлар узунлигини ўлчанганда, қия томонларининг қиялик бурчагини ўлчанганда ва журналнинг тегишли графасига ёзилади.

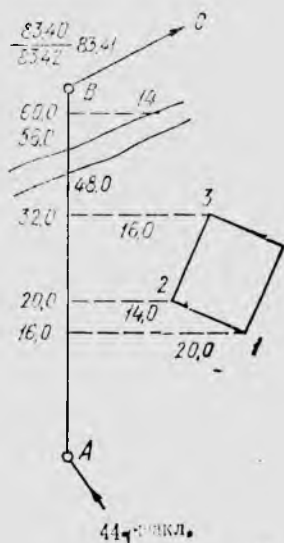
Бурчакни полларини тўғрилаш усули билан ўлчанган. Бунда лимб ва верньер ишлари бир-бирига тўғриланиб, алидада маҳкамланади. Лимб бўғлатилиб, чап нуқтага қаратади ва маҳкамланади. Кейин алидада бўғлатилиб, ўнг нуқтага қараб олинган санок юришда чап бурчак қиймати бўлади. Бу усул аниқ бўлмаганидан бурчак қийматини тахминий текширишда қўлланилади.

25-§. Теодолит съёмкасининг усуллари

Жойнинг контурини (чегара ва жой тафсилоти кўрсатилган) плании чизилиш учун полигон томонларининг узунлиги, йуналиши ва томонлар орасидаги бурчаклар ўлчанган, жой ички ситуацияси съёмка қилинади. Жой тузалишини, шаронига қараб, съёмка қилишда қуйидаги усуллар қўлланилади.

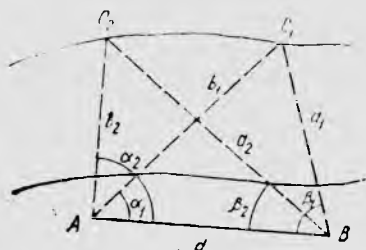
Айланиб чиқиш усули. Бу усул кўпроқ ёпиқ полигонни съёмка қилишда қўлланади; полигоннинг ўнг ёки чап бурчаклари ва томонлари сон стрелкаси йўли бўйича юриб ўлчаб чиқилади. Томонларининг магнитавий азимутлари ҳам аниқланади. Томонларини ўлчанганда томоннинг икки охирида 20 м гача бўлган ситуация характерини нурчаларининг ўрни томонга нисбатан перпендикуляр усули билан аниқланади, ўлчанган натижалари аборисга туширилади (44-нақш).

Перпендикуляр ёки координаталар усули. Бу усулда ўлчанган чизик «х» ўқи, чизик учини координаталар боши, чизикқа чиқарилган перпендикуляр эса «у» ўқи (ординаталар ўқи) деб қабул қилинати. Жойдаги йўл, бино, дархў, ўрмон каби ситуациянинг характерини нурчаларининг ўрни ўлчангандаги чизикқа нисбатан «х» ва «у» қийматлари бўйича аниқланади; бу характерини нуқтадан «х» ўқига туширилган ординатанинг қиймати ва ординатанинг «х» ўқи билан кесинган нуқтаси абсцисса қиймати



билан белгиланади (44-шакл). Бу усул қўлланилганда ёпиқ полигон чегара чизиқларининг ўнг ёғи, очик полигонларда эса (диоганал йўлда ҳам) икки ёғи съёмка қилинади, яъни тафсилот контури ва характерли нуқталар, уларнинг ўлчанаётган чизикқа нисбатан абсцисса ва ординаталари топилади. Ўлчаши натижалари абрисга чизилади ва ёзилади.

Абрис. Ўлчанадиган чизикқа нисбатан чизикнинг икки ёнидаги жойи характерли нуқталарининг ўрни перпендикуляр усули билан аниқланган вақтда ўлчанадиган чизик қўлда масштабсиз чизилиб, унда ўлчаши натижалари x ва y қийматлари билан кўрсатилган бир бет қогоз абрис (хотики план) дейилади. Абрис чизиш учун бурчак ўлчаши журналида махсус бетлар бўлиб, унга «абрис» деб ёзилган бўлади. Ҳар қайси томон абрисни айрим бетга чизилади ёки жойи ситуацияси мураккаб бўлмаса, бир бетга 2 ёки 3 томон абрисни чизилиши мумкин. Жойи тафсилоти планга абрис бўйича туширилганидан абрис қанча аниқ ва равшан чизилган бўлса, тафсилотини планга тушириши шунча осонлашади (44-шаклда ўнг ёғи абрисни кўрсатилган).



45-шакл.

Кестирма ёки икки қутбий координаталар усули. Бу усул жойда чизик узунлигини ўлчаши ноқулай бўлган вақтда қўлланилади. Масалан, дарёнинг нари-

ги бетдаги C_1, C_2 нуқталар ўрнини $AB = d$ чизикқа нисбатан аниқлаш учун теодолит билан A ва B нуқталарда туриб, α_1, α_2 ва β_1, β_2 бурчаклар ўлчанади (45-шакл). Кейин ABC_1 ва ABC_2 учбурчакликларининг $a_1 = BC_1, a_2 = BC_2, b_1 = AC_1$ ва $b_2 = AC_2$ томонлари қийматлари қуйидагича ҳисоблаб топилади:

$$b_1 = \frac{d}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \cdot \sin \beta_1, \quad b_2 = \frac{d}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)} \cdot \sin \beta_2,$$

$$a_1 = \frac{d}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \cdot \sin \alpha_1; \quad a_2 = \frac{d}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)} \cdot \sin \alpha_2.$$

Планда C_1, C_2 нуқталар ўрнини топиш учун пландаги A нуқта ни марказ, b_1, b_2 ларни эса радиус қилиб ёй чизилади, кейин B ни марказ a_1, a_2 ни эса радиус қилиб ёй чизилади. Ўтказилган ёйлар кесишган нуқталар C_1, C_2 ларнинг проекциялари бўлади. Бу йўл билан нуқта тоғини чизилиши кестирма деб, α_1, α_2 ва β_1, β_2 бурчаклар эса икки қутбий бурчак координаталари деб аталади.

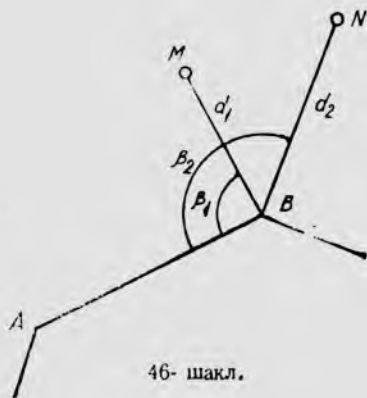
Агар C_1, C_2 ўринлари A ва B нуқталарда AB га нисбатан α_1, α_2 ва β_1, β_2 бурчаклар ясалиб, шу бурчак томонларини кесиштириши орқали топиб, бу — бурчак кестирмаси дейилади.

Қутбий координаталар усули. Бу усулда нуқта ўрни бош нуқтада (қутбда) туриб, маълум чизикқа нисбатан ўлчанган бурчак ва масофа орқали аниқланади. Масалан, B нуқта (қутб) ва

ВА чизикқа (46-шакл) нисбатан M ва N нуқталар ўринини аниқлаш учун теодолит B га ўриатилиб, BA чизик бўйича ориентирланади. Кейин M ва N га қараб, β_1 ва β_2 бурчаклар қиймати ҳамда M ва N нуқталарнинг B дан бўлган масофалари d_1 ва d_2 аниқланади. Масофаларни дальномер билан ўлчаш қулай бўлади. BA чизик қутбий ўқ, β_1 , β_2 бурчаклар қутбий бурчаклар, d_1 , d_2 лар эса радиус вектор дейилади ва қутбий координаталар бўлади. β_1 , β_2 ни нолларни тўғрилаш усули билан ўлчаш ҳам мумкин.

M ва N нуқталарини планга тушириш учун, пландаги B нуқтадан BA чизикқа нисбатан β_1 , β_2 бурчаклар ясалиб, BM ва BN йўналишини топилади, кейин B дан шу йўналишлар бўйича d_1 ва d_2 қийматлари қўйилса, M ва N ларнинг пландаги ўринлари топилади.

Веҳадан веҳага ўлчаш усулида теодолитсиз лента ёки рулетка билан ишланади. Ўринлари аниқланган нуқталарга веҳа қўйилиб, ҳосил бўлган чизикқа нисбатан лента ва рулетка ёрдамида чизик ўнидаги керакли нуқталар ўрни перпендикуляр усулдагидек аниқланади.



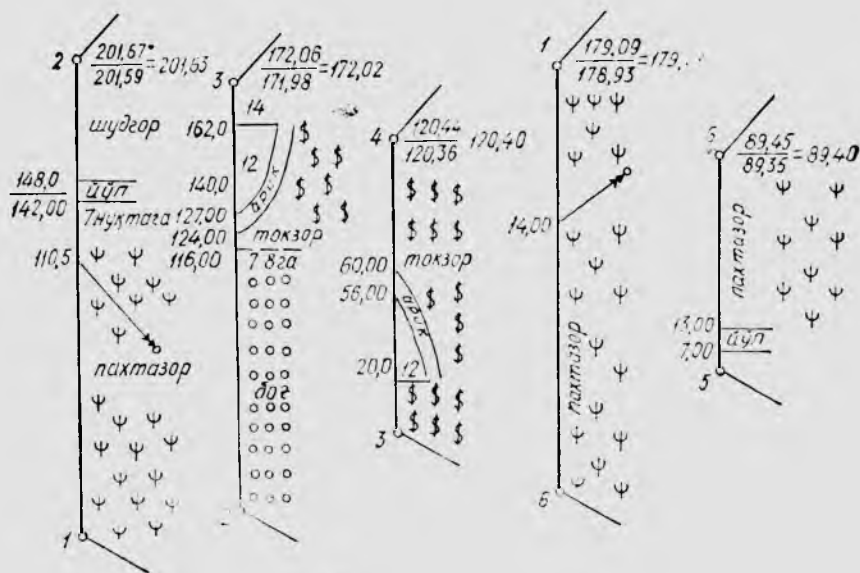
46-шакл.

26-§. Теодолит съёмкасининг камерал ишлари

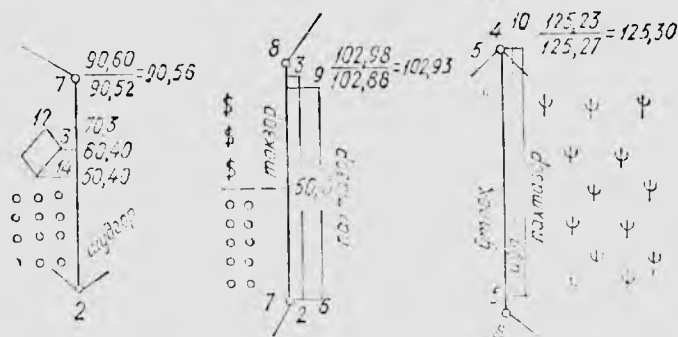
Съёмка натижалари бўйича план чизилиш учун бажариладиган турли ҳисоблаш ва чизилиш ишлари *камерал ишлар* дейилади. Бу иш икки босқичда олиб борилади. Аввал жойда ўлчаб топилган миқдорларнинг математикавий муносабатларга мос келишини аниқланади ва мосланади, бу иш тенглаш дейилади. Кейин план чизилишга керакли миқдорлар қиймати ҳисобланади (бу ишлар ҳисоблаш ишлари дейилади). Сўнгра топилган қийматлар бўйича план чизиладики, бу иш графикавий ишлар дейилади. Жойнинг қандай съёмка қилинганлиги ва камерал ишларининг қай тартибда олиб борилишини билан куйидаги мисолда танишамиз.

Колхознинг бир бўлак жойини горизонтал съёмка қилиш учун жойда 6 бурчакли ёпиқ полигон ясалган; бурчак учлари 1—6 рақамлар билан белгиланган (43-шакл). Ички тафсилотини съёмка қилиш учун 2 ва 5 бурчак учлари орасидаги йўл бўйлаб, 7 ва 8 нуқталар орқали очик полигон (диагональ йўл) ўтказилган. Полигон томонларининг узунлигини ўлчашда ўнг ёқ, диагональ йўлни ўлчашда эса ўнг ва чап ёқ абрислари туширилган (47-шакл). Полигоннинг 4—5 томони кўл орқали ўтганлигидан уни бевосита ўлчаб бўлмаган. Шунга кўра, унинг узунлиги бевосита ўлчаб бўлмас масофани аниқлаш усули билан топилган (48-шакл). Қўлнинг полигон ичидаги чегараси

Ассий полигон томонларининг абриси



Диагональ йўл томонларининг абриси

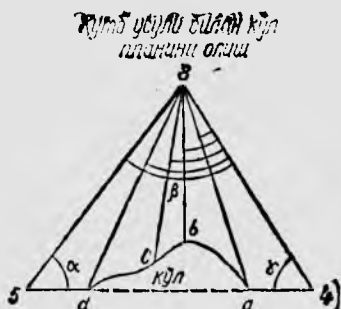


17- ишак.

8 нуктадан қўёб усули билан сўйма қилинган (48- ишак). Пахтазор ўрмонидан қайта шўйма қилинган (49- ишак). 6 нуктадан а дағи шўйма усули билан сўйма қилинган (49- ишак). 6 нуктадан а дағи шўйма усули билан сўйма қилинган. Қўёб ва кестирма усулларидagi ўлчам натижалари журналда кўрсатилган.

Бундан ташқари диагональ йўлларнинг юришдаги ўнг бурчақлари, 1- бурчақни ўлчамдаги каби тўлиқ приём усули билан ўлчанган. Полигоннинг 1- бурчақини ўлчам тўла равишда 1- журналда кўрсатилган.

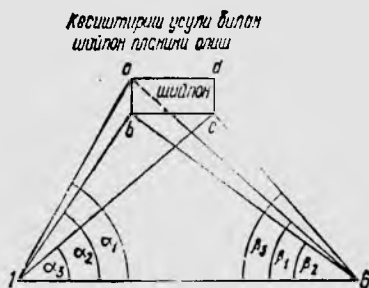
Туриш нуқта- лари	Аралаш нуқта- лари	Масофа м	Қитб бурчақ- лари
8	4	98,50	0°00'
	a	92,40	4°15'
	b	58,10	17°40'
	c	65,40	35°17'
	d	74,40	50°14'



48- шакл.

тилган. Бундан ташқари, журналда 1—2 томоннинг узунлиги, маг-
нитавий азимути, қиялик бурчаги ҳам келтирилган. Бошқа бурчақ ва
томонларнинг қийматлари 5- жадвалда берилган.

Туриш нуқта- си	Аралаш нуқта- лари	Бурчақлар			
		α		β	
1	6	0	0	0	0
	a	41	43		
	b	39	12		
	c	27	36		
6	1			0	0
	a			40	36
	b			36	26
	c			44	04



49- шакл.

Ўлчаб топилган юқоридаги натижалар бўйича камериал ишлар
қуйидаги тартибда олиб борилади: қия чизиқнинг горизонтал қўйи-
лиши аниқланади, бевосита ўлчаб бўлмас масофа қиймати топилади,
магнитавий азимути орқали ҳақиқий азимут ҳисобланади. Кейин ди-
рекцион бурчақ ва румблар топилади.

27- §. Қия чизиқнинг горизонтал қўйилишини аниқлаш

Маълумки, чизиқнинг ўлчанган узунлиги эмас, балки унинг го-
ризонтал проекцияси (қўйилиши) планга кўчирилади. Ўлчанган қия
чизиқ узунлиги D бўлса, унинг горизонтал проекцияси узунлиги d
(IV, 5) га кўра қуйидагича бўлади:

$$d = D - \Delta d.$$

Тузатма Δd ўлчанган D ва қиялик бурчаги α орқали топилади. (4- жадвал). 43- шаклдаги 1 ва 2 нуқталарни бирлаштирувчи чизикнинг ўлчанган узунлиги $D = 201,63$ м, шу чизикнинг қиялик бурчаги $\alpha = 3^\circ 30'$ (1- журнал). Бу чизикнинг горизонтал проекцияси d ни аниқлаш учун чизик узунлиги 201,63 м ни қуйидагича бутун сонларга, яъни 200,1, 0,63 ларга бўлиб, ҳар қайси сон учун топилган тузатмалар қўпилади. Жадвалда 200 м бўлмаганидан бунинг тузатмасини топиш учун 20 м га тўғри келган тузатма олиниб, 10 га кўпайтирилади.

4- жадвалга биноан:

200 м учун тузатма	379 мм
1 м	1,9 мм
0,63 м	1,1 мм
201,63 м	373,0 мм

201,63 м учун тузатма 373,0 мм ёки $\approx 0,37$ м бўлади. Демак, 1-2 чизик горизонтал проекциясининг узунлиги $d = 201,63 - 0,37 = 201,26$ м.

4- жадвал

Чизик қиялигининг тузатма жадвали
(тузатма мм ҳисобида берилган)

Қиялик бурчаги		Масофа, м									
0	°	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	00	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15
1	30	3	7	10	14	17	20	24	27	30	34
2	00	6	12	18	24	30	37	43	49	55	61
2	30	10	19	29	33	48	57	67	76	86	95
3	00	14	27	41	55	69	82	96	110	124	137
3	30	19	37	56	75	94	112	131	149	168	187
4	00	24	49	73	98	122	146	171	195	220	244
4	30	31	62	92	123	154	185	216	246	277	308
5	00	38	76	114	152	190	229	267	305	343	381
5	30	46	92	138	184	230	276	322	368	414	460
6	00	55	110	164	219	274	329	384	438	493	548
6	30	64	129	193	257	322	386	450	514	579	643
7	00	75	149	224	298	373	447	522	596	671	745
7	30	86	171	257	342	428	514	599	685	770	856
8	00	97	195	292	389	487	584	681	778	876	973
8	30	110	220	329	439	549	659	769	878	988	1098
9	00	123	246	369	492	616	739	862	985	1108	1231
9	30	137	274	411	548	686	824	960	1097	1234	1371
10	00	152	304	456	608	760	912	1063	1215	1367	1519

Қия чизик горизонтал проекциясининг узунлигини қуйидаги формула ёрдамида координаталар ортирмасини ҳисоблаш жадвали орқали топиш ҳам мумкин:

$$d = D \cos \alpha.$$

28- §. Бевосита ўлчаниши қўйин бўлган томон узунлигини аниқлаш

Агар томонлардан бири жарлик, қўл ёки дарё орқали ўтадиган бўлса, уни бевосита ўлчаш қийин. Бундай ҳолларда тригонометрик формулалардан фойдаланилади. Мисолдаги полигоннинг 4—5 томони қўл орқали ўтганидан (48- шакл), уни бевосита ўлчаб бўлмайди. Бу томоннинг узунлиги 5—8 диагонали ҳамда 4.5 ва 8 нуқталарда туриб ўлчанган α , β ва γ бурчаклари ёрдамида аниқланади.

Ўлчаш натижасида қуйидагилар аниқланган:

$$d_{4,6} = 125,30 \text{ м}; \alpha = 35^\circ 22'; \beta = 94^\circ 38'; \gamma = 48^\circ 59'.$$

$d_{4,6}$ ни топиш керак дейлик. Учбурчаклик икки бурчакларининг йиғиндиси $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$. Лекин мисолда (48- шаклга қаранг) $\sum L = 179^\circ 59'$; бурчак хатоси $f_L = 179^\circ 59' - 180^\circ = -1'$. Бу хато томонлари иккики бўлган бурчакка қўшилади ва $\beta = 94^\circ 39'$ бўлади. Сўنгра $d_{4,6}$ синуслар теоремаси бўйича қуйидагича аниқланади:

$$\frac{d_{4,6}}{\sin \beta} = \frac{d_{4,8}}{\sin \gamma} \text{ ёки } d_{4,6} = \frac{d_{4,8}}{\sin \gamma} \cdot \sin \beta.$$

Қийматларини ўрнига қўйсак, $d_{4,6} = 165,52 \text{ м}$ чиқади.

29- §. Бош томон йўналишини (ҳақиқий азимутини) аниқлаш

План асосан ҳақиқий азимут (дирекцион бурчак) бўйича чизилади. Агар бош томоннинг магнитавий азимутини бўлса, магнит стрелкасининг оғиш бурчаги орқали ҳақиқий азимут аниқланади. Мисолда 1—2 томоннинг магнитавий азимутини $A_m = 58^\circ 26'$, изогон картаси* бўйича Ўзбекистон ерида магнит стрелкасининг оғиш бурчаги $\delta = +5^\circ$; шунга кўра (IV. 10) га биноан ҳақиқий азимут

$$A_\alpha = A_m + \delta = 58^\circ 26' + 5^\circ = 63^\circ 26'$$

бўлади. Бу сон 1—2 томонга тегишли қаторнинг дирекцион бурчак графасига (5- жалвал) ёзилади, кейин шу қиймат бўйича бошқа томонлар дирекцион бурчаги (IV.12) билан ҳисобланади.

Агар съёмка қилинадиган жой яқинида тригонометрик пунктлар бўлса, полигон шу пунктларга боғланади, яъни пунктлар координатаси бўйича полигон бир бурчак учининг координатаси ва бир томон дирекцион бурчаги (азимут) аниқланади (V бобга қаранг), кейин шу қийматлар бўйича бошқа томонлар дирекцион бурчаги топилади.

30- §. Румблар ведомостини тўлдириш

Теодолит билан қилинган съёмка плани, асосан қуйидаги икки усул билан чизилади:

* Ер юзининг турли жойида магнит стрелкасининг оғиш бурчаги қийматини кўрсатадиган эгри чизиқлар чизилган карта.

1) полигон томонларининг узунлиги ва румби бўйича (румб бўйича план чизили);

2) полигон учларининг координаталари бўйича координаталар бўйича план чизили дейилади).

5-жадвал

Епиқ полигон томонларининг румбини ҳисоблаш ведомости

Турқиш нуқта лари номери	Бурчаклар				Томоннинг ди рекцион бур чаклари		Румб			Томон горизон тал проекция сининг узун лиги
	ўлчаган		тузатилган							
	°	'	°	'	°	'	номи	°	'	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	90	02	90	02						
					63	26	III _к	63	26	201,26
2	117	53	117	53						
					125	33	ЖIII _к	54	27	172,02
3	120	45	120	45						
4	119	+1 46	119	47	181	48	ЖГ	4	48	120,40
					245	01	ЖГ	65	01	165,52
5	128	+1 24	128	25						
					296	36	ШГ	63	24	89,40
6	143	08	143	08						
1					333	28	ШГ	26	32	178,90
	719	58	720	00						p=927,50

Бу иккала усул билан план чизилганда ҳам полигон томонларининг румби r аниқланиши керак.

Бунинг учун жойда ўлчанган ички бурчак ва бир томон дирекцион бурчаги ёки румби орқали бошқа томонларининг дирекцион бурчаги, сўнгра румби аниқланади, махсус «румб ҳисоблаш» ведомости тўлдирилади ва шу ведомость асосида план чизилади.

Румблар ведомостини тўлдиришда полигон учларини белгилаб берувчи нуқталар номери биринчи графага қатор оралатиб, тартиб билан ёзиб чиқилади (5-жадвал).

«Ўлчанган бурчак» деган графага 1-журналдан 9 ва 10-графаларидаги миқдорлар бурчак учлари рўпарасига кўчириб ёзилади. Мисолда бурчаклар минут аниқлигида олинган. 5-жадвалнинг 11-графасидаги сонлар 1-журналнинг 12-графасидан олиниб, қўшни нуқталар оралиғига ёзилади. (Агарда журналда қия чизиқ узунлиги кўрсатилган бўлса, ведомостга унинг фақат горизонтал проекцияси ёзилиши керак.)

Полигон томонларидан бирининг дирекцион бурчаги (азимути) берилган ёки шу полигон тригонометрик пунктга боғланган бўлиб, бир томоннинг йўналиши аниқланган бўлса, шу қиймат 5-жадвалнинг 6,7-графаларига ёзилади. Агар бу қийматлар номаълум бўлса, 1-журналнинг 11- (магнитавий азимут) графасидаги сонлар ҳамда магнит стрелкасининг оғиш бурчаги ёрдамида ҳақиқий азимут топилади (29-§ га қаранг). Мисолда 1—2 томоннинг дирекцион бурчаги $63^{\circ}26'$ бўлиб, бу 6,7-графаларга ёзилган.

5-жадвалнинг 4,5,8,9,10-графаларини тўлдириш учун қуйидаги ишлар бажарилади: а) ўлчанган бурчаклар тенгланади; б) дирекцион бурчак аниқланади; в) румб аниқланади.

Ўлчанган бурчакларни тенглаш учун уларнинг умумий йиғиндиси $\sum \beta_a$ (амалий йиғиндиси) аниқланиб, графа тагига ёзилади, у назарий йиғинди β_n билан таққосланиб, бурчак ўлчаш хатоси аниқланади ва бу хато тарқатилиб, бурчаклар тузатилади.

Таққослашда полигон ёпиқ ёки очик бўлишига қараб, турли формулалардан фойдаланади.

Ёпиқ полигон бурчакларини тенглаш. Ёпиқ полигон ясси кўпбурчакликдан иборатдир. Маълумки ҳар қандай ясси кўпбурчаклик ички бурчакларининг назарий йиғиндиси қуйидагича ифодаланади:

$$\sum \beta_n = 180^{\circ} (n - 2), \quad (IV.17)$$

бу ерда, n — бурчаклар сони.

Ўлчанган бурчакларнинг амалий йиғиндиси $\sum \beta_a$ билан белгиланса, бурчак ўлчаш хатоси f_{β_a} қуйидагича аниқланади:

$$f_{\beta_a} = \sum \beta_a - \sum \beta_n = \sum \beta_a - 180^{\circ} (n - 2). \quad (IV.18)$$

f_{β_a} боғланмаслик хатоси дейилади. Умуман боғланмаслик хатоси ўлчаш натижалари бўйича ҳисоблаб топилган миқдордан назарий талаб қилинадиган миқдорнинг айрилганига тенг.

Юқоридаги мисолда (5- жадвал) $\sum \beta_a = 719\ 58'$, $\sum \beta_n = 180^\circ \cdot (n - 2) = 180^\circ \cdot (6 - 2) = 720^\circ 00'$ бўлади. Бу қийматлар (IV.18) формулага қўйилса,

$$f_{\alpha_a} = 719\ 59' - 720\ 00' = -2'$$

бўлади.

Агар бурчак ўлчангандаги чекли хато $1,5'$ бўлса, ўлчанган n бурчакдаги йўл қўйиладиган чекли назарий хато қуйидагича ифодаланади:

$$f_{\alpha_n} = 1,5' \sqrt{n}, \quad (\text{IV.19})$$

бу ерда n — бурчаклар сони; t — верньер аниқлиги.

Мисолда $n = 6$, $t = 1'$ бўлганидан

$$f_{\alpha_n} = 1,5' \sqrt{6} = 1,5 \cdot 2,45 = 3,68 \sim 4'$$

бўлади, яъни полигон бурчакларини ўлчашда $4'$ гача хато қилиш мумкин экан, амалий хато назарий хатога тенг ёки ундан кичик бўлиши керак. Мисолда $f_{\alpha_a} < f_{\alpha_n}$, яъни $2' < 4'$. Шунга кўра хато — $2'$ ни томонлари кичик бўлган иккита бурчакка, хато ишорасига тескари ишора билан бир минутдан тарқатиб, шу икки бурчакнинг ўлчанган қийматлари тузатилади.

Мисолда 3—4, 4—5 ва 5—6 томонлар кичик бўлганидан 4 ва 5 нуқтадаги бурчакларга $+1'$ дан тузатма берилган ва улар минут қийматлари устига ёзилган. Бу бурчакларнинг тузатилган қийматлари $119^\circ 47'$ ва $128^\circ 25'$, бу қийматлар ва тузатма берилмаган бурчак қийматлари ҳам 5- жадвалнинг 4 ва 5- графаларига кўчириб ёзилади, шунда тузатилган бурчаклар графасидаги бурчаклар йиғиндиси назарий йиғинди (берилган полигон учун) $720\ 00'$ га тенг бўлиши керак.

Ёпиқ полигон дирекцион бурчакларини ҳисоблаш. Бош томоннинг дирекцион бурчаги ва тузатилган ички бурчаклар орқали (IV.12) ёки (IV.13) формула ёрдамида полигоннинг бошқа томонлари дирекцион бурчакларини аниқлаш мумкин. Масалан:

1) агар теодолит йўли бўйича ўнг бурчаклар (β) ўлчанган бўлса, томонларнинг дирекцион бурчаги (IV.12) формула ёрдамида;

2) агар чап бурчаклар (γ) ўлчанган бўлса, томоннинг дирекцион бурчаклари (IV.13) формула ёрдамида ҳисобланади.

Баъзан бош томоннинг румби маълум бўлади. Бундай вақтда, аввало, румб орқали бош томоннинг дирекцион бурчаги топилади, сўнггра (IV.12) ёки (IV.13) формула ёрдамида бошқа томонларнинг дирекцион бурчаги аниқланади. Дирекцион бурчаклар қиймати бурчак учлари ўртасига ёзилади. Мисол (5- жадвал) да ўнг бурчаклар ўлчанган:

$\alpha_1 = 63^\circ 26'$; $\beta_2 = 117\ 53'$. (IV.12) формулага кўра:

$$\alpha_2 = \alpha_1 + 180^\circ - \beta_2 = 63^\circ 26' + 180^\circ - 117\ 53' = 125\ 33';$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3 = 125\ 33' + 180^\circ - 120\ 45' = 184\ 48'$$

ва ҳоказо.

Дирекцион бурчакларини ҳисоблаш натижалари қуйидаги формула билан текширилади:

$$\alpha_1 = \alpha_n + 180 - \beta_1 = 333^\circ 28' + 180 - 90 02' = 63^\circ 26',$$

яъни бош томоннинг дирекцион бурчаги охириги томоннинг дирекцион бурчагига 180° қўшиб, биринчи бурчакнинг айрилганига тенг; бунда α_n — полигондаги охириги томоннинг дирекцион бурчаги.

Ҳисобланган дирекцион бурчаклар қиймати 360° дан катта чиқса, бу қийматдан 360° айириб ташланади ва қолгани ёзилади.

Ёпиқ полигон румбларини ҳисоблаш. Томон румбларининг қиймати топишган дирекцион бурчакларга кўра 3- жадвалга биноан аниқланади.

Мисолда $\alpha_1 = 63^\circ 26' < 90^\circ$; шунга кўра, румб биринчи чоракда бўлиб, қиймати $r_1 = \alpha_1$ ва номи ШШ_к (шимолий шарқ) бўлади.

$\alpha_2 = 125^\circ 33'$, яъни $90^\circ < 125^\circ 33' < 180^\circ$ бўлигандан, номи ЖШ_к (жанубий шарқ) ва қиймати $r_2 = 180^\circ - \alpha_2 = 180^\circ - 125^\circ 33' = 54^\circ 27'$ бўлади. Шу тартибда барча томонларнинг румб қийматлари топилади ва қийматлар 5- жадвалнинг 8,9,10- графаларига ёзилади.

Очиқ полигон бурчакларини тенглаш. Йўл, канал каби чизигий иншоотлар очик полигон усулида съёмка қилинади.

Ёпиқ полигон ичидаги ситуацияни съёмка қилиш учун олинadиган диагональ йўл ҳам очик полигон деб қабул қилинади.

Ёпиқ полигон томонларининг румбини ҳисоблаш ведомости тўлдирилгач, шу полигон ичидаги диагональ йўл, яъни очик полигон томонлари (1—2, 2—7, 7—8, 8—5, 5—6) нинг румбини ҳисоблаш ведомости тўлдирилади (6- жадвал). Бу ведомостни тўлдириш олдинги ведомостни тўлдиришдан фарқ қилмайди.

2- нуқтада 2—1 ва 2—7 томонлари орасидаги ўнг бурчак ўлчанганидан диагональ йўл нуқта 1 дан бошланади. 5- нуқтада 5—8 ва 5—6 томонлари ўртасидаги ўнг бурчак ўлчанганидан диагональ йўл нуқта 6 да тугайди.

Диагональ йўлдаги ўлчанган бурчаклар қиймати ведомост (6- жадвал) га кўчириб ёзилади ва умумий йиғиндиси топилади ($\sum \beta_i = 486^\circ 52'$).

1—2 ва 5—6 томон дирекцион бурчакларининг қиймати 5- жадвалдан (яъни ёпиқ полигон ведомостидан) олинади ($\alpha_{1,2} = 63^\circ 26'$; $\alpha_{5,6} = 296^\circ 36'$). Сўнгга диагональ йўлидаги ўлчанган бурчаклар ишлаб чиқилади ва уларга тузатмалар киритилади, яъни тенгланади.

Диагональ йўлнинг ўлчанган ўнг бурчакларини тенглашда бурчак хатоси f_{β_d} қуйидаги формуладан топилади:

$$f_{\beta_d} = \sum \beta_d - (180^\circ n + \alpha_6 - \alpha_0), \quad (\text{IV.20})$$

бу ерда $\sum \beta_d$ — ўлчанган бурчаклар йиғиндиси; α_6 — бош (1—2) томоннинг дирекцион бурчаги; α_0 — охириги (5—6) томоннинг дирекцион бурчаги; n — ўлчанган бурчаклар сони.

Очиқ полигон (диагональ йўл) томонларининг дирекцион бурчаги ва румбининг ҳисоблаш ведомости

Турини бурчақлари номери	Бурчақлар				Томонларнинг дирекцион бурчақлари		Румб			Томон горизонтал проекциясининг узунлиги
	Ўнчанган		Тузилмаган							
	°	'	°	'	°	'	Вомн	°	'	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
'					63	26				
2	57	—1 05	57	04						
					186	22	Ж F	6	22	90,56
7	215	—1 24	215	23						
					150	59	Ж III _к	29	01	102,93
8	122	20	122	20						
					208	39	Ж F	28	39	125,30
5	92	03	92	03						
					296	36				
6										
$\sum \beta_a$	486	52	486	50	486	50				$p=318,79$

Юқоридаги мисолда $\alpha_6 = \alpha_{1-2} = 63^\circ 26'$, $\alpha_0 = \alpha_{5-6} = 293^\circ 36'$, $n = 4$, $\sum \beta = 486^\circ 52'$, бу қийматларни (IV. 20) формулага қўйсак, бурчак хатоси топилади: $f_{\beta_a} = 486^\circ 52' - (180^\circ \cdot 4 + 63^\circ 26' - 296^\circ 36') = 486^\circ 52' - 486^\circ 50' = +2'$.

Ўўл қўйиладиган хато (IV.19) формулага кўра $f_{\beta_n} = 1,5' \sqrt{n} = \pm 3'$ бўлади, яъни $f_{\beta_n} < f_{\beta_n}$ бўлганидан $+2'$ ни учлари 2 ва 7 нукталарда бўлган бурчакларга $1'$ тарқатилади, яъни бурчаклар тузатилади ва ведомост (6- жадвал) га ёзилади. Тузатилган бурчаклар йиғиндиси $\sum \beta_n = 486 50'$ бўлиши керак.

Очиқ полигон дирекцион бурчакларини ҳисоблаш. Бош томон дирекцион бурчаги орқали (IV.12) формула ёрдамида бошқа томонлар дирекцион бурчаклари ҳисобланади:

$$\alpha_{2-1} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_1 = 63 26' + 180^\circ - 57 04' = 186 22';$$

$$\alpha_{7-6} = 186 22' + 180^\circ - 215 23' = 150 59' \text{ ва ҳоказо.}$$

Охириги томон дирекцион бурчаги берилган α_{5-6} га тенг чиқishi керак.

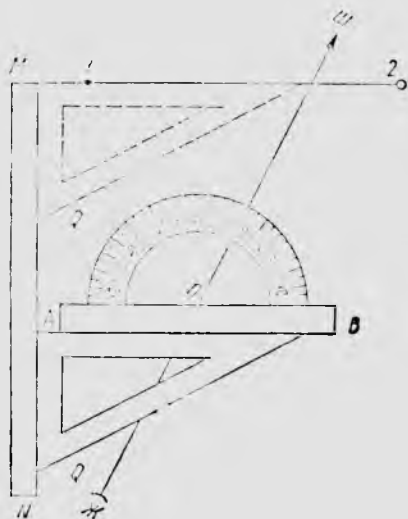
Очиқ полигон румбларини ҳисоблаш. Дирекцион бурчаклар бўйича 3- жадвалдаги қондага кўра томоннинг румблари ҳисобланади ва натижалар 6- жадвалга ёзилади.

31- §. Румблар бўйича план чизили Ёпиқ полигон планини чизиш

Ёпиқ полигон томонларининг румбини ҳисоблаш ведомости тўлдирилгандан кейин томонлар горизонтал проекциясининг қўйилишининг узунлиги бўйича трансвертир, гўния ва линейкалар ёрдами билан полигон плани чизилади.

Ўшдатини вазифасига қараб, планини турли масштабда чизили мумкин. Одатда, план чизили олдидан масштаб маълум бўлади. План чизили масштабига қараб, қоғоз катталиги танланади. Танланган қоғознинг қарама-қарини бурчаклари учлари диагоналар билан тутантирилади. Дирекцияларнинг кесинган нукталари марказ қилиб олинганда қоғоз четларида 2 см дан ошмиқ жой қилиниги кўзда тутиб, марказдан бир хил радиус билан диагоналар ёстирилади. Ҳисобланган нукталар кетма-кет тутантирилса, тўғри тўртбурчаклик, яъни рамка ясалади. Рамка асосига перпендикуляр қилиб ўртада стрелка шаклида тўғри чизиқ — меридиан ўтказилади. Томонлар йўналишлари шу меридианга нисбатан аниқланади (50- шакл).

Рамка ичига полигоннинг тўла ва симметрик жойлани-



50- шакл.

шһини назарда тутиб, чизиклар узунлиги ва румблар номига қараб, бош нуқтанинг ўрни ихтиёрий белгиланади. Биринчи томон йўналишһини чизиш учун (мисолда ШШ_к : 63° 26') транспортир маркази *O* ни меридианининг ихтиёрий бир нуқтасига қўйиб, транспортир асоси (0 --- 180° диаметри) ШШ_к йўналишһинига тўғриланади-да, меридиан чизикка айлана ёйидаги 63° 26' тўғри келтирилади. Бунда транспортирнинг асоси *AB* чизик ШШ_к : 63° 26' йўналишһини кўрсатади. Энди белгиланган бош нуқтадан (*I*) шу йўналишга 50- шаклда кўрсатилганидек параллел чизик ўтказиш учун *Q* гўнианинг бир катети транспортир асоси *AB* га шаклдаги каби қўйилади, иккинчи катетига эса *MM* чизиги қўйилади. Кейин транспортир олиниб, гўния *MM* чизиги бўйича белгиланган 1- нуқтагача сурилади; *I* нуқтадан катет бўйича чизилган чизик биринчи томон йўналишһини бўлади; бош нуқта *I* дан шу томон узунлиги $d_1 = 201.26$ м масштаб бўйича ўлчаб қўйилади, шунда иккинчи нуқта 2 ўрни топилади. Учинчи нуқта 3 ни топиш учун аввало 2—3 томон, яъни иккинчи томон йўналишһини ўз румби бўйича аниқланади, шу томон узунлиги 2 нуқтадан румб йўналишһини бўйлаб ўлчаб қўйилади. Бу усулда полигон томонларининг йўналишһини ва ундаги нуқталар ўрни кетма-кет топилади. Энг охириги нуқта биринчи нуқта (яъни бош нуқта) устига тушиши керак. Бунда полигон боғланган бўлади. Лекин чизикни жойда ўлчаида, уни планга кўчиришда ва чизишда муқаррар бўладиган хатолар сабабли охириги нуқта биринчи нуқта *I* устига тушмасдан, балки ундан маълум ораликка сурилади, яъни бирор *I'* нуқта устига тушади (2- топшириққа қаранг). Бу *I* ва *I'* нуқталар оралиги $II' = \Delta d$ чи игий боғланмаслик дейилади. Бу хатонинг полигон периметрига нисбати $\frac{1}{250}$ дан ошмаслиги, яъни:

$$\frac{\Delta d}{p} < \frac{1}{250} \quad (IV.21)$$

бўлиши керак, бунда p — полигон периметри.

Агар чизиний боғланмаслик (яъни хато) йўл қўярли даражада бўлмаса, план қайтадан чизилади. Хато йўл қўярли даражада бўлганида уни йўқотиш, яъни полигон томонларининг узунлигига пропорционал тарқатиб чиқиш лозим. Иккинчи топшириқда $\Delta d = 3$ м (яъни планда $II' = 1.5$ мм), $p = 927.50$ м бўлганидан $\frac{\Delta d}{p} = \frac{3}{927.50} = \frac{1}{309}$, яъни чизигий хато йўл қўярли. Шунга кўра, $\Delta d = 3$ м ни томонларга пропорционал бўлиб, тузатмалар топилади. Агар томонлар узунлиги $d_1, d_2, \dots, d_n$, буларга тўғри келган тузатмалар $x_1, x_2, \dots, x_n$ нисбий хато $\frac{\Delta d}{p} = m$ бўлса,

$$\frac{\Delta d}{p} = \frac{x_1}{d_1}$$

деб ёзиш мумкин, бундан

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{\Delta d}{p} d_1 = dm_1, & x_1 &= md_1 \\ x_2 &= \frac{\Delta d}{p} d_2 = dm_2, & x_2 &= md_2 \\ &\dots & \dots & \\ x_n &= \frac{\Delta d}{p} d_n = dm_n, & x_n &= md_n; \end{aligned} \quad (IV.22)$$

бўлади: бунда $x_1 + x_2 + \dots + x_n = \Delta d$ бўлиши керак. Мисолда $d_1 = 201.26$ м, $d_2 = 172.02$ м ва ҳоказо. Агар (IV.22) формулага шу қийматлар қўйилса, $x_1 = 0.65$ м, $x_2 = 0.56$ м ва ҳоказо чиқади.

Тузатмалар (IV.22) формула билан аналитик жиҳатдан аниқ ҳисобланган бўлса-да, одатда тузатмалар дециметр аниқликда тахминий ҳисобланади (бу аниқлик кифоя қилади). Умумий хато Δd ва яхлитланган периметр қийматлари бўйича 100 м га тўғри келган тузатма топилади. Сўнгра томон узунликларининг қийматига тўғри келадиган тузатма тахминан олинади. Масалан, мисолда $p = 900$ м деб олинса, $\Delta d = 3.00$ м бўлганидан 100 м га тўғри келган тузатма қўидаги пропорциядан топилади:

$$\frac{\Delta d}{p} = \frac{x}{100} \text{ ёки } \frac{3.00}{900} = \frac{x}{100},$$

бундан $x = 0.32$ м бўлади. Биринчи томон $d_1 = 201.26$ м, бунга тўғри келган тузатма тахминан $x_1 = 0.7$ м; $d_2 = 172.02$ м, бунга тахминан $x_2 = 0.6$ м тузатма тўғри келади ва ҳоказо. Лекин, юқорида айтилганидек, тузатмалар йиғиндиси Δd га тенг бўлиши керак. Қилинган хатолар туфайли бурчак учларининг ўрни ўзгаради. Шунинг учун тузатмалар бурчак учларига берилади (киритилади) ва уларнинг янги ўрни аниқланади. Тузатмалар беринда кўпинча параллел чизиклар усулидан фойдаланилади. Бунинг учун полигоннинг барча учларидан чизиний хатоси йўналғинига параллел қилиб чизиклар чиқарилади. Бу параллел чизикларга тузатмалар масштаб бўйича шундай қўйиладики, нуқталар ўрнини суриб, топилган янги нуқталарни туташтирганда биринчи нуқта ўрни бошда белгиланган нуқта устига тушсин, яъни кейинги топилган биринчи нуқта ўрни бошда белгиланган ўрнига нисбатан қайси томонда ҳосил бўлган бўлса, тузатмалар шунга тескари томонга параллел чизиклар бўйича қўйилади.

Бурчак учларига бериладиган тузатмалар қиймати қўидаги мулоҳазаларга кўра аниқланади.

Иккинчи нуқта ўрни ёлғиз биринчи чизикдаги хато таъсирида урилган, шунга кўра иккинчи нуқтани биринчи чизик хатоси x_1 га тузатиш керак. Учинчи нуқта ўрни биринчи ва иккинчи чизик хатолари таъсири билан сурилади. Шунга кўра буни биринчи ва иккинчи чизик хатоларининг йиғиндиси $x_1 + x_2$ га тузатиш керак ва ҳоказо. Охириги (биринчи) нуқта умумий хато қиймати Δd га тузатилади.

Тузатмалар (IV.22) формула билан ҳисоблаб чиқилади ва хато тарқатини жадвали (7- жадвал) тузилади.

Хаго тарқатиш жадвали

Бурчак учлари	Томонлар узунлиги, d	Тузатмалар	
		томонларга	бурчак учларига
1	261,26	0,65	0,65
2	172,02	0,56	0,21
3	120,40	0,39	1,60
4	165,54	0,54	2,94
5	89,40	0,29	2,43
6	178,90	0,57	3,00
I			
	$p = 972,50$	$\Sigma = 3,60$	

Тузатмалар бериб топилган нуқталар узук чизик билан кетма-кет туташтирилса, тузатишган, яъни боғланган полигон ҳосил бўлади.

Графикавий усулда тузатма топилш. Боғланган баъзан полигон учларининг сурилиши миқдори графикавий усул билан аниқланади. Бунинг учун бирор тўғри чизик олиб, унга полигон периметрига тенг бўлган узунлик p ихтиёрий майда масштаб билан қўйилади. Чизикнинг охириг учидан чиқарилган перпендикулярга чизикни боғланмаслик миқдори, яъни Δd хатонинг қиймати план масштаби билан қўйилади ва топилган нуқта периметр қўйилган чизикнинг бош учи билан тўғри чизик орқали туташтирилади. Ҳосил бўлган янги чизикни бу шаклга тузатмалар масштаби деса бўлади. Иккинчи нуқта тузатмасини аниқлаш учун периметр чизикига танланган масштаб бўйича чизикнинг бош учидан биринчи томон узунлигини (d_1) ўлчаб қўйиб, ҳосил бўлган кесма охиридан тик чиқарилади. Бу тик чизик янги чизик билан кесилган нуқтасининг периметр чизикидан баландлиги план масштабида иккинчи нуқтага бериб қилинган тузатма бўлади.

Учинчи нуқтадаги тузатмани тоғлини учун биринчи ва иккинчи томон узунликлари қўйилади ($d_1 - d_2$), чиққан сон масштаб бўйича периметр чизикига қўйилади, топилган нуқтадан чиқарилган тик чизикнинг олма чизик билан кесилган нуқтаси баландлиги план масштабида учинчи нуқта тузатмасини кўрсатади. Қолган бошқа нуқталардаги тузатмалар ҳам шу йўл билан топилади. План 2- тоғлининг мисолида кўрсатилганидек расмиёланитирилади.

Диагонал йўлини ясаш. Диагонал йўл ҳам ёниқ полигон каби ясалади, лекин бунда иш полигоннинг тузатишган учидан боғланади. Диагонал йўлдаги охириг нуқта асосий полигондаги тузатишган тегишли нуқта устига туғлини керак, лекин бунда ҳам чизикни хато (боғланмаслик) ҳосил бўлиши мумкин. Бу хато ҳам асосий полигондаги каби текширилади. Агар чизикни хато йўл қўярли даражада бўлса, у асосий полигондаги каби, диагонал йўлининг томон узун-

ликларига пропорционал равишда тарқатилади ва нуқталар ўрни тузатилади.

Мисол (2- топшириқ) да диагонал йўл икки ва 5 нуқталар ўртасида ўтказилганидан, чизилишни нуқта 2 дан бошланиб нуқта 5 да тугаган ва 318,79 м диагонал йўл периметрига 1,5 м боғланмаслик хатоси тўғри келган. Диагонал йўлларда нисбий хато $\frac{\Delta d}{p} < \frac{1}{200}$

бўлиши керак. Мисол (2- топшириқ) да $\frac{\Delta d}{p} = \frac{1,5}{318,79} = \frac{1}{212}$. Шунга кўра, боғланмаслик хатоси томонларга пропорционал равишда тарқатилади. Бунинг учун диагонал йўлда хато тарқатиш жадвали тузилади (8- жадвал) ва пани 2- топшириқда кўрсатилганидек чизилади.

8- ж а д в а л

Диагонал йўлда хато тарқатиш жадвали

Нуқталар номери	Томонлар узунлиги	Тузатмалар	
		томонларга	бурчак учларига
2	90,56	0,43	0,43
7	102,93	0,48	0,91
8	125,30	0,59	
5			1,50
	$p = 318,79$	$\sum \Delta d = 1,5$	

32- §. Координаталар ва уларни аниқлаш

Жой панини текисликдаги тўғри бурчакли координаталар системасига асосланиб чизилиш учун аввал полигон томонлари узунлиги ва румблари бўйича томонларга тегишли координата орттирмалари Δx , Δy топилади, кейин бурчак учларининг координаталари x , y ҳисобланади. Геодезияда меридиан йўналиши X ўқи деб, унга перпендикуляр чизиқ эса Y ўқи деб қабул қилинади. Қогозда X ўқи вертикал, Y ўқи эса горизонтал кўринишда тасвирланади.

Координаталар ҳисоблаш формуласи. Агар полигоннинг (18 ва 43- шакл) бош нуқта координатаси x_1 , y_1 , полигон томонларининг узунлиги d_1 , d_2 , d_3 , ..., d_n , румблари r_1 , r_2 , ..., r_n маълум бўлса, кейинги нуқталар координатаси x_2 , x_3 , ..., x_n ва y_2 , y_3 , ..., y_n ларни аниқлаш учун олдин координата орттирмалари Δx , Δy қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\begin{aligned}\Delta x_n &= d_n \cos r_n \\ \Delta y_n &= d_n \sin r_n.\end{aligned}\tag{IV.23}$$

Кейин бурчак учининг координатаси қўйидаги формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\begin{aligned}x_n &= x_{n-1} + \Delta x_{n-1} \\y_n &= y_{n-1} + \Delta y_{n-1},\end{aligned}\quad (\text{IV.24})$$

яъни кейинги нуқта координатаси олдинги нуқта координатаси билан шу нуқталар орасидаги томон орттирмасининг алгебраик йўғиндисига тенг. Инженерлик геодезиясига доир масалаларни ечишда нуқталар координатасидан кенг равишда фойдаланилади.

33-§. Тўғри ва тескари геодезик масалалар

Тўғри геодезик масала Агар AB чизик ўзунлиги d , йўналиши r (румб) ёки α (дирекцион бурчак) ва A нуқта координатаси x_a, y_a берилиб, B нуқта координатаси x_b, y_b аниқланса, бу масала тўғри геодезик масала дейилади (18-шакл) (IV. 24) формулага кўра, қўйидагини ёзиш мумкин:

$$x_b = x_a + \Delta x$$

$$y_b = y_a + \Delta y$$

Бу формуладаги Δx ва Δy лар AB чизикқа тегишли орттирмалар бўлиб, (IV. 23) формуладан ҳисоблаб топилади; шунинг билан румб номига қараб 9-жадвалдан белгиланади.

Тескари геодезик масала. Агар A ва B нуқталарининг координаталари x_a, y_a ва x_b, y_b берилиб, AB чизик йўналиши r ёки α ва чизик ўзунлиги d аниқланса, бу тескари геодезик масала бўлади. Юқоридаги (IV. 25) формуладан маълумки, $\Delta x = x_b - x_a$ ва $\Delta y = y_b - y_a$. (IV. 23) га кўра қўйидагини ёзиш мумкин:

$$\operatorname{tg} r = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{ёки} \quad \operatorname{tg} r = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}. \quad (\text{IV.26})$$

Топишган $\operatorname{tg} r$ қиймати бўйича тригонометрик функциялар қиймати жадалдан румб бурчагининг қиймати аниқлаш, румб номлари эса, орттирмаларининг инорасига қараб, 9-жадвалдан олинади.

AB чизик ўзунлиги d ни A ва B нуқталарининг координаталари бўйича қўйидагича топиш мумкин:

$$d = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad \text{ёки} \quad d = \sqrt{(x_b - x_a)^2 + (y_b - y_a)^2}. \quad (\text{IV.27})$$

Масофа d ни қўйидагича аниқлаш ҳам мумкин:

$$d = \frac{\Delta x}{\cos r} = \frac{\Delta y}{\sin r}. \quad (\text{IV.28})$$

Орттирмаларни ҳисоблаш. Орттирма Δx , Δy ва r қийматларига кўра (IV. 23) формула асосида электроний ҳисоблаш машинасида ҳисоблашни мумкин; лекин тажрибада жадвалдан фойдаланилади. Ондада, орттирмани ҳисоблаш ва координата тоғи бир ведомостда бажарилади. Ҳисобланган орттирмалар қиймати румб бурчагининг қайси чоракда ётишига қараб, мусбат ёки манфий бўлиши мумкин (51-шакл). Орттирмалар ишораси чорак ва румб номига қараб, 9-жадвалдан аниқланиши мумкин.

Энди чизик узунлиги ва румбни бўйича орттирма ҳисоблашни ва уларни тенглашни юқоридаги полигон мисоли-

	$+x$	
IV ШҒ		I ШҒ
$+\Delta x$		$+\Delta x$
$-\Delta y$		$+\Delta y$
$-y$		$+y$
$-\Delta x$		$-\Delta x$
$-\Delta y$		$+\Delta y$
III ЖҒ		II ЖШҒ

51-шакл.

9-жадвал

Орттирмалар ишорасини аниқлаш

Чораклар	Румб номи	Орттирмалар ишораси	
		Δx	Δy
I	Ш ШҒ	+	+
II	Ж ШҒ	—	+
III	Ж Ғ	—	—
IV	Ш Ғ	+	—

да кўриб чиқамиз. 10-жадвалдаги томон румби ва горизонтал қўйилиши румб ҳисоблаш ведомостидан (5-жадвал) олинади. Орттирма Δx ва Δy ларини ҳисоблашда, «Координата орттирмалари жадвали»* деган махсус жадвал ишлатилади. Энди шу жадвал бўйича биринчи ва иккинчи томон орттирмаларининг қандай қилиб аниқланишини кўриб чиқайлик. Жадвалдан фойдаланиши қондаси жадвал бошида берилган жадвалда 0 дан 44 гача бўлган бурчак қийматлари ҳар қайси бет тепасига, 45° дан 89 гача бурчак қийматлари эса ҳар қайси Сет тагига ёзилган. Бурчак қийматларидаги градуслар Сетнинг тепасидан олинганда, минутлар чан томондаги устундан (минутлар устунидан) олинади. Градуслар бетнинг тагидан олинганда, минутлар ўнг томондаги устундан (минутлар устунидан) олинади.

Томон узунликлари 10 дан 50 м гача ҳар қайси Сетнинг тепаси ва тагидаги горизонтал қаторда берилган. Биринчи томон румби ШШ : 63 26' бўлганидан орттирмани ҳисоблаш учун жадвалнинг тагига 63 ёзилган ўнгдаги бети очилади (жадвалнинг шу бети 84-бетда келтирилган). Биринчи томон узунлиги 201,26 м иш юзлар,

*Бу жадвал Ф. Гаусс жадвали деб ҳам аталади.

ўнлар ва бирлар ҳамда каср хоналардан тузилган қўшилувчиларга бўлиб, улар қўйида келтирилган ҳисоблаш схемасига ёзилади ва ҳар қайси сон учун 63 ли бетнинг ўнг томонидаги минут устуни бўйича юқорилаб, 26' қаторидан бўлаклаб ёзилган сонларга тўғри келган орттирмалар олинади ва улар қўйидаги кўринишида ёзиб чиқилади:

d_1	Δx_1	Δy_1
200	89,45	178,88
1	0,45	9,89
0,26	0,12	0,28
201,26	90,02	180,00

Биринчи сон 200 бўлганидан, 20 га тўғри келган орттирма 10 га кўпайтириб олинади. Масалан, остига 63 ва $\Delta x (\cos)$ ёзилган бетнинг ўнг томонидаги минут устунидан 26' қаторига кўтарилиб, шу қаторнинг 20 устундаги 8,945 сон 10 га кўпайтирилади (89,45) ва ҳисоблаш схемасидаги 200 қаторига (Δx тагига) ёзилади. Кейинги сон 1 бўлганидан 10 га тўғри келган орттирма 4,472 ўн марта кичрайтирилиб ва яхлитланиб (0,45) олинади ва схеманинг 1 қаторидаги Δx тагига ёзилади. Каср сонлар орттирмасини топиш учун бетнинг ўнг ёки чап томонида жойлаштирилган устки ва пастки кичик жадвалчалардан фойдаланилади. Минутлар қиймати бетнинг ўртасидаги йўғон чизикдан юқорида бўлса, каср сонлар орттирмасы юқори жадвалчадан, пастда бўлса, пастдаги жадвалчадан олинади. Бу орттирмалар см ҳисобида берилган. Мисолдаги 0,26 м орттирмасы, юқоридаги қондага кўра, пастдаги жадвалчанинг чап томондаги биринчи устунидан касрнинг ўнлар хонасидаги сон (2) ни, юқоридаги қатордан юзлар хонасидаги сон (6) ни белгилаб, шу

Жадвал бети

$\Delta y (\sin)$										
26°										
/	10	20	30	40	5	60	70	80	90	/
0	4,384	8,767	13,151	17,53	21,92	26,30	30,69	35,07	39,45	60
1										59
2										
α										
33										27
34	4,472	8,945	13,417	17,89	22,36	26,83	31,31	35,78	0,25	26
35										25
59										1
60	4,540	9,080	13,620	18,16	22,70	27,24	31,78	36,32	40,86	0
/	10	20	30	40	50	60	70	80	90	/
63°										
$\Delta x (\cos)$										

белгиланган устун ва қатор кесишган жойдаги сон (12 см) га тенг бўлади. Бу ҳам схемага 0,26 қаторига 0,12 деб, Δx тагига ёзилади, d устунидаги сонлар йиғиндиси 201,26 м, Δx устунидаги сонлар йиғиндиси (201,26 м нинг Δx ўқи бўйича орттирмаси) 90,02 м бўлади.

Δy орттирманинг тагига ҳам 63 (sin) ёзилган чапдаги бетдан юқоридаги каби топилган сон ёзилади, шунда $\Delta y = 180,00$ бўлади.

Топилган $\Delta x = 90,02$ ва $\Delta y = 180,00$ ларни 10-жадвалнинг ҳисобланган орттирмалар графасига биринчи томон қаторига ўз ишораси билан ёзилади. Биринчи томон румбининг номи Ш Ш_к бўлганидан Δx ва Δy лар ишораси мусбат бўлади. Қолган орттирмалар ишораси румб номига қараб 9-жадвал бўйича аниқланади.

Шу йўл билан иккинчи томон орттирмаси ҳам ҳисобланса, қуйидаги чиқади: $d_2 = 172,02$ м, румби ЖШ_к: 54° 27'.

d_2	Δx	Δy_2
100	58,14	81,36
70	40,70	56,95
2	1,16	1,63
0,02	0,01	0,02
172,02	100,01	139,96

Бу ҳам иккинчи томон қаторига Δx ва Δy графасига ўз ишораси билан ёзилади. қолган бошқа томонлар орттирмаси ҳам шу тартибда топилаверади.

Юқоридаги усул билан аниқланган орттирмаларнинг тўғрилиги полигоннинг ёпиқ ёки очик бўлишига қараб турлича текширилади.

34-§. Ёпиқ полигонда координата орттирмаларини тенглаш

Ёпиқ полигон учларининг координатларини (IV. 24) формула ёрдамида ҳисоблаш ёпиқ полигонда орттирмалар йиғиндиси нолга тенглигини кўрсатади:

$$\begin{aligned} \sum \Delta x &= 0, \\ \sum \Delta y &= 0 \end{aligned} \quad (\text{IV. 29})$$

Лекин амалда чизик ва бурчак ўлчаш хатолари ҳамда жадваллардаги яхлитлаш хатоси таъсири натижасида $\sum \Delta x$ ва $\sum \Delta y$ лар нолга тенг бўлмай, балки бошқа бирор (f_x ва f_y) га тенг бўлади. Бу сон *координат орттирмаларидаги боғланмаслик хатоси* дейилади.

Шундай қилиб:

$$\begin{aligned} \sum \Delta x &= f_x; \\ \sum \Delta y &= f_y. \end{aligned} \quad (\text{IV. 30})$$

Охирги нуқта билан бош нуқта бир-бири устига тушмаса, яъни полигон очик қолса, чизиқнинг бу очик қолган қисми узунлиги *умумий абсолют хато* бўлади ва қўйидагича ифодаланади:

$$f = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (\text{IV. 31})$$

f қийматининг йўл қўярли ёки йўл қўярлимаслигини аниқлаш учун умумий абсолют хато f нинг периметрига бўлган нисбати $\frac{f}{p}$ топилади; бу эса *нисбий хато* дейилади.

Нисбий хато ўлчашни аниқлиги ва шароитига қараб, турли қийматда бўлади. Ўлчаш шароити қўлай бўлган жойларда нисбий хато $\frac{1}{2000}$ дан ошмаслиги керак:

$$\frac{f}{p} \leq \frac{1}{2000} \quad (\text{IV. 32})$$

Мисол (3-тошширик) даги ёниқ полигонда (10-жадвал) $f_x = \sum \Delta x = +0,20$ м, $f_y = \sum \Delta y = -0,01$ м бўлаганидан, $f = \pm \sqrt{0,20^2 + 0,01^2} = \pm 0,20$ м бўлади.

Нисбий хато $\frac{f}{p} = \frac{0,20}{227,50} = \frac{1}{4637}$ бўлади, бу эса $\frac{1}{2000}$ дан кичик. Шунга кўра орттирмалар хатолари f_x ва f_y полигон томонларининг узунлигига пропорционал равишда бўлиниб, ҳисобланган орттирма Δx ва Δy ларга тескари нисбати билан тарқатилади (10-жадвалга қаранг). Бу орттирмалар хатосини томонларга пропорционал равишда бўлиб бериш нини рўйб билан полигон чизинда чиққан боғланмаслик, яъни чизилгй хатонн томонларга пропорционал бўлиб беришдагидек бажарилади.

f_x ни тарқатини учун қўйидаги пропорция тузилади:

$$\frac{f_x}{p} = \frac{f_{x1}}{d_1} \quad \text{ёки} \quad f_{x1} = \frac{f_x}{p} d_1.$$

$\frac{f_x}{p} = m_x$ деб белгиланса:

$$f_{x1} = m_x d_1; f_{x2} = m_x d_2; \dots; f_{xn} = m_x d_n \quad (\text{IV. 33})$$

бўлади, бунда $d_1, d_2, \dots, d_n$ — томонларнинг узунликлари, p — полигон периметри, $f_{x1}, f_{x2}, \dots, f_{xn} = 1, 2, \dots, n$ — орттирма Δx ларга бериладиган тузатмалар.

Δy орттирмалардаги тузатмалар ҳам (IV. 34) формула асосида топилади ва томонларга пропорционал равишда бўлиб тарқатилади; тузатмалар аниқланади:

$$\begin{aligned} f_{y1} &= \frac{f_y}{p} d_1; \quad \frac{f_y}{p} = m_y; \\ f_{y2} &= m_y d_1; f_{y3} = m_y d_2; \dots; f_{yn} = m_y d_n. \end{aligned} \quad (\text{IV. 34})$$

Политическая партия	Число депутатов		Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парламенте	Число депутатов в парла
---------------------	-----------------	--	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------

$\Sigma_{i=1}^n x_i$	$= 719$	$58'$	720	60	$720.00'$	290.41	319.55	290.43	319.96
$\Sigma_{i=1}^n x_{i,n}$	$= 180$	$(n-2)$	$= 180$	$(6-2)$	$= 180.4$	289.91	319.97	290.00	319.96

$$f_v = +0.20 f_v = -0.01 \quad 0.00 \quad 0.00$$

1. Бурчақдаги йўл қўярли хато $1', 51'' \pm 1', 51'' \pm 1'$
2. Координата орттирмаларидаги абсолют хато $f = \pm 1' \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \pm 1' \sqrt{0,0100 + 0,0001} = \pm 0,20''$
3. Қордината орттирмаларидаги нисбий хато $\frac{f}{p} = \frac{0,23}{927,50} = \frac{1}{4037}$
4. Орттирмалардаги йўл қўярли хато $\frac{1}{2000}$.

Булар ҳам f_y ишорасига тескари ишора билан Δy ларга тарқатилади.

(IV. 33) ва (IV. 34) формулалар ёрдамида топилган тузатмаларнинг тўғрилиги қуйидагича текширилади:

$$\begin{aligned} f_{x_1} + f_{x_2} + \dots + f_{x_n} &= f_x \\ f_{y_1} + f_{y_2} + \dots + f_{y_n} &= f_y. \end{aligned} \quad (\text{IV. 35})$$

Орттирмалар хатосини тарқатишда ҳам 100 м га тўғри келади-ган хатони топиб, томон узунликларига тўғри келган тузатмаларни тахминан ҳисоблаш мумкин. Масалан, $f_x = +0,20$ м бўлиб, $p = 927,50$ м га тўғри келса, 100 м га тахминан 0,02 м хато тўғри келади. Шунга қўра, биринчи томон 201,26 м бўлганидан, биринчи орттирма тузатмаси $f_{x_1} = 0,05$ м бўлади ва ҳоказо. Бу тузатмалар орттирма Δx лар устига f_x га тескари ишора билан ёзилади. Δy лардаги хато ҳам шундай тарқатилади. Мисол (3-топшириқ) да $f_y = -0,01$ м бўлганидан, энг узун биринчи томон орттирмасига + 1 см берилади.

Тузатишда орттирма ва тузатма ишоралари бир хил бўлса, орттирмага тузатма қўшилади, ҳар хил бўлганида эса орттирмадан тузатма айирилади. Масалан, биринчи орттирма $\Delta x = +90,02$ м, тузатмаси $-0,05$ м бўлганидан тузатилган орттирма $+89,97$ м бўлади. Тузатилган орттирмалар «тузатилган» деган графага ёзилади (10-жадвал). Тузатилган орттирмалар йиғиндиси нолга тенг, яъни $\sum \Delta x = 0$ ва $\sum \Delta y = 0$ бўлиши керак. Шунда ҳисоб тўғри бажарилган бўлади.

35-§. Орттирмалардаги йўл қўярлимас хатони аниқлаш

Агар (IV. 31) формула бўйича ҳисобланган f қиймати катта бўлиб, (IV. 32) шарт бажарилмаса, у ўлчаш вѳқтида чизиқ узунлигида ёки томон румбида қўпол хато қилинганини кўрсатади. Бу хато қўидаги уч ҳолда содир бўлади.

1. Хато чизиқ узунлигида бўлганида хато чизиқ (боғланмаслик чизиги) f полигоннинг нотўғри ўлчанган томонига параллел бўлади. Буни аниқлаш учун $\operatorname{tg} r = \frac{f_y}{f_x}$ дан r қиймати топилади. Кейин полигон томонларидан румби топилган румбнинг қийматига яқин бўлган томоннинг узунлиги текширилади. Масалан $f_x = +19,27$ м, $f_y = -25,80$ м бўлса, $r = \text{III}^\circ 53' 23''$ бўлади. Полигон томонларидан румби шу қийматга яқин бўлган томоннинг узунлиги текширилади.

2. Хато томон йўналишида бўлганда $\frac{f_x}{2}$ ва $\frac{f_y}{2}$ ҳи обланади, булар қиймати қайси орттирмага яқин бўлса, шу томон румби текширилади. Масалан, $f_x = +115,46$ м, $f_y = +32,70$ м бўлганда $\Delta x = \frac{f_x}{2} = +57,73$ м, $\Delta y = \frac{f_y}{2} = +16,35$ м. Орттирмалари шу сонга яқин бўлган томон румби текширилади.

3. Румб номидаги бир ҳарф нотўғри бўлса, f_x ва f_y қийматларининг бири катта, иккинчиси кичик бўлади. Хато манбаини аниқлаш учун катта хатонинг ярмини ҳисоблаб, чиққан сонга яқин бўлган орттирмага тегишли томон румбининг номи текширилади. Масалан $f_x = -75,42$ м, $f_y = +0,28$ м, $\Delta x = \frac{f_x}{2} = -37,71$ м. Орттирмалардан Δx нинг шу сонга тенг бўлган томон румби текширилади.

36-§. Полигон учларининг координаталарини ҳисоблаш

Ҳисобланган орттирмалар тузатилганидан кейин, бурчак учларининг координаталари аниқланади. Бунинг учун бурчак учларидан бирининг координатаси маълум бўлиши керак. Агар полигон учларидан бирини геодезик таянч пунктига боғлаш мумкин бўлса бу нуқта алоҳида йўл билан таянч пунктига боғланади ва унинг координаталари топилади. Сўнгра шу нуқтанинг топилган координатаси бўйича қолган нуқталарнинг координаталари топилади. Агар полигонни геодезик таянч пунктига боғлаш имконияти бўлмаса полигон учларининг координаталари бирор ихтиёрий нуқтанинг қабул қилинган шартли координатаси бўйича топилади. Ишнинг осон бўлиши учун кўпинча бош нуқта координатаси нолга тенг қилиб олинади ва бошқа нуқталарнинг координаталари шунга нисбатан топилади.

Координаталар (IV. 24) формула ёрдамида топилади

Мисол (3-топшириқ) да полигон геодезик таянч пунктига боғланмаган. Шунинг учун бош нуқта қилиб биринчи нуқта олинади; бу нуқтанинг координаталари $x_1 = 0$; $y_1 = 0$ бўлса, (IV. 24) формулага кўра:

$$x_2 = x_1 + \Delta x_1 = 0 + 89,97 \text{ м},$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y_1 = 0 + 180,01 \text{ м},$$

$$x_3 = x_2 + \Delta x_2 = +89,97 + (-100,04) = -10,07 \text{ м},$$

$$y_3 = y_2 + \Delta y_2 = +180,01 + (+139,96) = +319,97 \text{ м}$$

ва ҳоказо.

Нуқталарнинг топилган координаталари 10-жадвалга ёзилади.

37-§. Очиқ полигонда координата орттирмаларини тенглаш

Очиқ полигон (диагонал йўл) томонларининг орттирмаларини аниқлаш учун 6-жадвал асосида 11-жадвалнинг олдинги 5 та графаси тўлдирилади. Сўнгра ёпиқ полигондаги каби томон узунликларини ва румбларини орқали, (IV. 23) формула асосида, орттирмалар топилади. Топилган орттирмалар йиғиндисини қуйидагича бўлиши керак:

$$\sum \Delta x = x_0 - x_6; \quad (IV. 36)$$

$$\sum \Delta y = y_0 - y_6,$$

Полигон учларининг номери	Ички бурчаклари		Точкалар даражасий бўлидаги		Точкалар рақам		Точкалар		Ойгишмалар				Координаталар	
	ўлчанган		тузатишган						Хисоблаш		тузатиш		x	y
	1	2	3	4	5	6	7	8	Δx	Δy	Δx	Δy		
1					63	26								
2	57	05	57	04	186	22	ЖЕ	6 22	— 90,00	— 10,04	— 90,00	— 10,03	— 89,97	+ 180,01
7	215	24	215	23					— 90,01	+ 19,93	— 90,02	— 19,95	— 0,03	+ 169,98
8	122	20	122	20	150	59	ЖШ	20 01	— 109,97	+ 6,08	— 109,98	— 6,06	— 90,05	+ 219,93
5	92	03	92	03	208	31	ЖЕ	28 31	— 109,97	+ 6,08	— 109,98	— 6,06	— 200,03	+ 159,87
6					296	36								
$\Sigma \beta_n$	486	52	486	50	486	50			— 289,98	— 20,19	— 290,00	— 20,14	— 290,00	— 20,14
										$\alpha = +0,02$		$\beta = -0,05$		
										$P = 318,79$				
										$\Sigma \beta_n = \alpha_{1-2} - \alpha_{5-6} + 180 \cdot n = 186,50'$				
										$f_\beta = \Sigma \beta_n - \Sigma \beta_n = 486,52' - 486,50' = + 2'$				
										1. Бурчакдаги йўл қўйрил хато $1' 51 \sqrt{4} = \pm 3'$				
										2. Координат орттирмавридаги абсолют хато $f = \pm 1' 0,32 + 0,05 = \pm 0,05$ м.				
										3. Нисбий хато $\frac{f}{P} = \frac{1}{6396}$				
										4. Йўл қўйрил нисбий хато $\frac{1}{1500}$				
										$f_x = \Sigma \Delta x - (x_5 - x_2) = -289,98 - (-200,03 - 89,97) = + 0,02$				
										$f_y = \Sigma \Delta y - (y_5 - y_2) = -20,19 - (+ 159,87 - 180,01) = -0,05$				

бунда x_0, y_0 — охири нуқта координаталари, x_6, y_6 — бош (бошлангич) нуқта координаталари.

Очиқ полигонда орттирмалар йинишиси охири нуқта координаталаридан бош нуқта координаталарининг айрилишига тенг. Бошланмаслик хатолари қуйидагича аниқланади:

$$f_x = \sum \Delta x - (x_0 - x_6); \quad (IV. 37)$$

$$f_y = \sum \Delta y - (y_0 - y_6).$$

f нинг қиймати (IV. 31) формуладан аниқланади. Очиқ полигонда нисбий хато қуйидаги чегарада бўлиши керак:

$$\frac{f}{p} \leq \frac{1}{1500} \quad (IV. 38)$$

Абсолют хато f йўл қўярли даражада бўлса, ёпиқ полигондаги каби f_x ва f_y лар томон узунликларига пропорционал равишда бўлинади-да, тескари ншора билан тарқатилади ва орттирмалар тузатилади. Сўнгра тузатилган орттирмалар бўйича диагональ йўл бошланган нуқта координатасига биноан қолган бошқа нуқталарнинг координаталари (IV. 24) формула ёрдамида аниқланади.

Мисол (топириқ) да диагональ йўл 2 ва 5 нуқталар оралиғида олинган. Ёпиқ полигон ведомостидан 2 ва 5 нуқталарининг координаталари олиниб, диагональ йўл ведомостидаги x, y лар графасига 2 ва 5 нуқталар қаторига ёзилади. Шунда, 11-жадвалда кўрсатилганидек, қуйидагилар топилади:

$$f_x = \sum \Delta x - (x_5 - x_2) = -289,93 - (-200,03 - 89,97) = \pm 0,02 \text{ м};$$

$$f_y = \sum \Delta y - (y_5 - y_2) = -20,19 - (-159,87 - 180,01) = -0,05 \text{ м};$$

$$f = \pm \sqrt{0,02^2 + 0,05^2} = \pm 0,05 \text{ м}; \quad \frac{f}{p} = \frac{0,05}{318,19} = \frac{1}{6396};$$

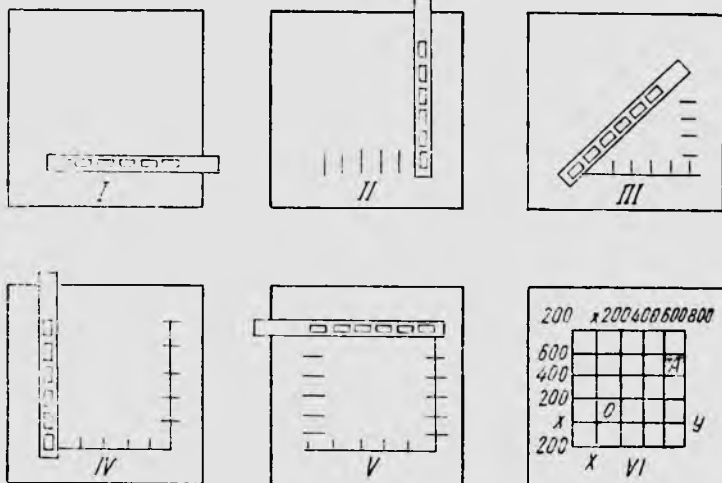
хатолар йўл қўярли бўлганидан орттирмалар тузатилади.

Хатоларни тарқатиб, орттирмаларни тузатиш ва координаталарни аниқлаш ҳамда уларни текшириш 11-жадвалда кўрсатилган. Бу жадвалининг охири графаларида 2 нуқта координаталари ёрдамида 7 нуқта, сўнгра 8 ва текшириш учун 5 нуқта координаталари (IV.24) формула билан топишган.

Топилган координаталар бўйича полигон чизилади.

38-§. Координаталар асосида полигон чизиш

Бурчак учларининг координаталари асосида полигон чизилиш учун, берилган масштабда полигоннинг тўла жойланишининг эътиборга олиб, маълум катталиқда қогоз олинади ва унда квадрат тўрлар ясалади. Тўрни Дробишев линейка и (2-шакл) ёрдамида осонгина яшаш мумкин (52-шакл).

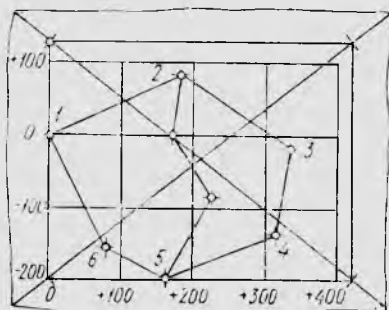


52- шакл.

Дробинев линейкаси бўлмаса, тўр оддий линейка ва ўлчагич ёрдами билан қўйилади.

Қозон учлари диагоналлار билан туташтирилади. Диагоналлار кесилган нуқта марказ қилиб олинади ва шу марказдан туриб диагоналлار бўйича маълум узунлик ўлчаб қўйилади.

Топилган нуқталар кетма-кет туташтирилади (53-шакл). Бунда ҳосил бўлган тўғри тўртбурчакликда квадрат катаклар ясалади. Қозон чети билан тўғри тўртбурчаклик оралиги турлича (5 — 10 см) бўлиши мумкин. Сўнгра чап томондаги настки учидан ўнг томонга ва юқорига 5 ёки 10 см дан кесмалар ўлчаб қўйилади. Топилган нуқталардан тўғри тўртбурчакликнинг настки ва чапдаги ён томонига параллел чизиқлар чиқарилади. Натижада квадрат катаклар ҳосил бўлади. Буларнинг тўғрилиги ўлчагич ёки циркуль билан (томонларини ва диагоналлариини ўлчаб) текширилади. бунда фарқ 0.2 мм дан ошмаслиги лозим. 53-шаклда 1:2000 масштабда 5 см ли квадратлар тўри ясаш кўрсатилган.



53-шакл.

Координаталар асосида нуқта топил иши қўйидаги тартибда бажарилади. Агар бош нуқта координатаси шартли равишда $x_1 = 0$, $y_1 = 0$ деб олинган бўлса (келтирилган мисолдаги каби), бурчак учларининг координаталари

наталарига қараб x ва y ўқларининг йўналиш ўрни белгиланади. Бунинг учун x ва y лар ичидан абсолют қиймати бўйича энг катта мусбат ва манфий икки сон олиб қўйилади.

$$\begin{aligned} | +x |_{\max} + | -x |_{\max} &= x', \\ | +y |_{\max} + | -y |_{\max} &= y' \end{aligned} \quad (\text{IV. 39})$$

бу ерда: x' — полигоннинг бўйи, y' — полигоннинг эни.

Мисолда:

$$x' = | + 89,97 | + | - 200,03 | = 290,00 \text{ м.}$$

$$y' = | + 319,97 | + | 0,00 | = 319,97 \text{ м.}$$

Қўрамизки полигон x ўқи бўйича 290,00 м, y ўқ бўйича 319,97 м жойни эгаллайди, яъни план x ўқи бўйича уч катак, y ўқи бўйича эса тўрт катак жойни эгаллайди.

Қоғознинг ўлчамига ва x , y лар қийматига қараб, полигоннинг тўла ситишини ва рамка томонларига нисбатан симметрик жойланишини назарга олиб, x , y ўқларининг қандай жойланишини аниқланади, яъни координаталар боши белгиланади. Бунинг учун $| +x |_{\max}$ ва $| -x |_{\max}$ лар қиймати x ўқи бўйича тўла жойланишини эътиборга олиб, квадрат тўрнининг бир горизонтал чизини белгиланади бу ординаталар — y ўқи бўлади. Сўнгга $| +y |_{\max}$ ва $| -y |_{\max}$ ларнинг горизонтал чизиққа тўла ситишини эътиборга олиб, вертикал чизиқ белгиланади. Бу абсиссалар — x ўқи бўлади. Абсисса ва ордината ўқларининг кесишган нуқтаси координаталар боши бўлади. Бу нуқтадан ўтган x , y ўқларининг учларига x ва y (ёки 0) ёзилади. Катакнинг қолган горизонтал, вертикал чизиқларининг чап ва ўнг ҳамда юқори ва пастки учларига (баъзан чап ва пастки томонига) масштаб бўйича тўғри келган сонлар (100, 200, 300 м) ёзилади. Бу билан квадрат тўр ясалган бўлади. Мисолимизда катаклар томони 5 см дан бўлиб, у қабул қилинган масштаб бўйича 100 м га тўғри келади (3-топириққа қаранг). Полигон учларининг ўрни ўз координаталарига кўра қуйидаги тартибда топилади. $x_1 = 0$, $y_1 = 0$ бўлганидан, биринчи нуқта координата бошида бўлади. $x_2 = + 89,97$ м, $y_2 = + 180,01$ м бўлганидан координата бошидан юқorigа томон 89,97 м ўлчаб қўйилади ва шу нуқтадан ўнг томонга y ўқиға параллел чизиқ чиқарилади (қалам билан оҳиста чизилади), y ўқи бўйича ўнг томонда бир катак олиб (100 м), унга яна 80,01 м ўлчаб қўйилади ва топишган нуқтадан x ўқиға параллел чиқарилади; чиқарилган икки параллел чизиқ кесишган нуқта — иккинчи нуқта ўрни бўлади.

Бу нуқта биринчи нуқта билан туташтирилса, биринчи томон узунлиги чиқади. Нуқталарнинг ўрни координаталар бўйича тўғри белгиланганини текшириш учун чизиқнинг ўлчаган қийматининг план масштаби бўйича ўлчагичда олиб топишган чизиққа қўйиб кўрилади, бунда фарқ 0,3 мм дан ошмаслиги керак, акс ҳолда нуқталар ўрни текширилади.

Чизиқ йўналишини транспортир ёрдами билан томон румблари бўйича текшириш мумкин.

Полигоннинг бошка учлари ҳам шу тартибда топилади ва улар кетма-кет (шаклда кўрсатилганидек) туташтирилади, узунлик ва йўналишлари текширилади. Диагонал йўл нуқталари ҳам худди шундай аниқланади.

Агар полигон учларининг координаталари зона системасида аниқланган бўлса, яъни полигон учларининг координаталарида $x = 0$ ва $y = 0$ бўлмаса, координаталар бошини аниқлаш учун $x_{\min}$ ва $y_{\min}$ олинади $x_{\min}$ ва $y_{\min}$ дан энг кичик юзлик сонга тўғри келган нуқта координаталар боши бўлади. Полигон томонлари чизилгач, полигон ичидаги ситуацияни чизишга ўтилади.

39-§. Ситуацияларни планга тушириш

Координаталар асосида чизилган полигон ичида ситуациялар ҳам кўрсатилади. Ситуациялар абрис бўйича планга туширилади, бунда қўйидаги тартиб ва усуллардан фойдаланилади:

1. Перпендикулярлар усули билан съёмка қилинган ситуацияларни планга тушириш. Дастлаб полигон томонларини ўлчаб перпендикуляр усули билан съёмка қилинган абрислар бўйича, томонлар ёнига чизилади (47-шаклга қаранг). Масалан, биринчи томон узунлигини ўлчаб, ёнига (абрисга қаранг) ўнг томон абрисни чизилган. Нуқта 1 дан 2 га боришда 110, 50 м масофада юқори вольтли электр линияси 1 — 2 томонни кесиб ўтган. Буни планга тушириш учун 1 нуқтадан 110,50 м масофа масштаб бўйича ўлчаб қўйилиб, нуқта белгиланади. 142,00 м ва 148,00 м масофаларда 1 — 2 томон йўлини кесиб ўтган. Бу масофалар ҳам ўлчаб қўйилади. Йўlining 7 нуқтага томон йўналиши белгиланади. 1 — 2 чизиқнинг ўнг томони пахтазор, планда бу кўрсатилади. Сўнгги планга 2 — 3 томоннинг ўнг тарифидаги ситуация туширилади. Нуқта 2 дан 2 — 3 томон бўйлаб 116,00 м масофа ўлчаб қўйилади, тоқзор билан бог ўртасидаги чегарани белгилловчи нуқта топилади. 121,00 м ва 127,00 м масофаларни ўлчаб қўйиб, ариқ четлари белгиланади. 140,00 м ва 162,00 м масофалардан чиқарилган перпендикуляр чизиқлар бўйича 12,00 м ва 14,00 м масофани ўлчаб қўйиб, топишган нуқталар абрисдаги каби туташтирилса, ариқ йўналиши топилади. Полигоннинг қолган бошқа томонларидаги ситуация ҳам худди шу тартибда ишланади.

2. Қутб усули билан съёмка қилинган ситуацияларни планга тушириш. Қутб усули билан съёмка қилинган жойлар съёмкада ўлчанган бурчак қийматлари ва чизиқ узунликлари оқшани планга туширилади. Масалан, қутб усули билан нуқта 8 да туриб қўлини съёмка қилишда нуқта 8 да қўlining характерли нуқталаригача бўлган масофа ва шу чизиқларнинг 8 — 4 чизиққа нисбатан қутб бурчаклари ўлчанган ва журналга ёзилган (48-шаклга қаранг). Шунга кўра, планда 8 — 4 чизиққа нисбатан ўлчанган қутб бурчаклар транспортир билан ясалиб, бурчак томонларига нуқта 8 дан томон узунликлари масштаб бўйича қўйилиб, қўл соҳилининг

характерли нуқталари топилади ва улар абрисда кўрсатилганидек туташтирилади.

3. Кестирма (кесиштириш) усули билан съёмка қилинган ситуацияни планга тушириш. Пахтазор ўртасидаги дала шийпонин полигонининг 1 ва 6 учларида туриб, кестирма усули билан съёмка қилинган. Шийпонининг a бурчаги 6 нуқтадан яхши кўринмаганлиги учун, съёмка қилишда труба шийпон устунига қаратилган. Шийпон ўринини планда кўрсатиш учун нуқта 1 да 1 — 6 томонга нисбатан транспортёр билан α_1 , α_2 ва α_3 бурчаклар, нуқта 6 дан 6 — 1 томонга нисбатан β_1 , β_2 ва β_3 бурчаклар ясалса, бу бурчак томонларининг кесинган a , b , c нуқталари шийпонининг учта бурчаги бўлади; топилган нуқталар 49-шаклда кўрсатилганидек туташтирилган ва a нуқтадан bc га, c нуқтадан ba га параллел чизиқ чиқарилса, d нуқта топилади; кейин d ни эса a ва c билан туташтирсак, шийпон тасвири ҳосил бўлади.

Планни тахт қилиш. Юқоридаги усуллар билан жой ситуациялари планга туширилгандан кейин у тахт қилинади, яъни қалам билан чизилган квадрат тўрлар томонини оч ҳаво ранг тушъ билан 0,2 мм йўтонликда чизилади ёки квадрат катаклар бурчак учини 6 мм узунликдаги бир-бирига тик горизонтал ва вертикал чизиқлар билан белгиланади (тахеометрик съёмка планига қаранг).

Рамка учун икки чизиқ: ички ва ташқи чизиқлар чизилади. Ички чизиқ сифатида, кўпинча, квадрат катакларининг четки чизини қабул қилинади. Бундан 12,8 мм қолдирилиб, йўтонлиги 1,2 мм бўлган ташқи чизиқ чизилади. Рамка чизиқлари ва бурчакдаги ёзувлар қора тушда чизилади ва ёзилади.

Полигон учлари диаметри 1,5 мм бўлган доирача билан кўрсатилади. Доирача сиртига 0,5 мм ли икки горизонтал ва икки вертикал чизиқ чизилади (геодезик пунктлар шартли белгисига қаранг, 15-шакл).

Полигон томонлари ситуациянинг чегаравий чизиқлари (контурлари) қора тушъ билан ингичка қилиб тушланади. Дарё кўл ўринлари оч ҳаво ранг бўёқда бўялади, оқим йўналишини 15 мм узунликдаги стрелка билан кўрсатилади. Стрелка дарё номидан кейин қўйилиши керак. Стрелка иккига бўлиниб, унинг ўртасига сувнинг оқими оқини томонидан бошлаб, сув оқими тезлиги m сек ҳисобида ёзилади. Дарёнинг кенглиги сурагга, чуқурлиги махражга ёзилади.

Пахтазор, тоқзор ва бошқа экинлар ўрини шартли белгилар билан кўрсатилади. Уларнинг чегарасин эса кетма-кет қора тушда қўйилган нуқталар билан белгиланади.

Рамканинг теңасига план, жой ва ташиқлот номлари, полигон юзи, тошириқ нумери ёзилади. Рамка тагига (ўртага) оддий масштаб ёзилиб, унинг тагига 1 см даги қиймати кўрсатилади, чап ёки ўнг томонга план чизган студентнинг фамилияси ёзилади (3-топшириққа қаранг, иловада, 267-бет).

40-§. Ёпиқ полигон юзини аниқлаш

Жой плани маълум масштаб бўйича чизилганидан кейин, шу план бўйича бутун полигон юзи ва жойдаги турли экин, бино ва бошқалар эгаллаган жойлар майдони аниқланиши керак. Бунинг учун жой контурининг кўринишига қараб қўйидаги усуллардан бири қўлланилади.

Аналитик усул. Агар полигон томонлари тўғри чизиқли кўпбурчаклик бўлиб, бурчак учларининг координаталари маълум бўлса, полигоннинг юзи S бурчак учларининг координаталари орқали қўйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$2S = \sum x_k (y_{k+1} - y_{k-1}), \quad (\text{IV. 40})$$

$$2S = \sum y_k (x_{k+1} - x_{k-1}), \quad (\text{IV. 41})$$

бунда k — бурчак учининг тартиб номери; масалан, $k = 3$ бўлганда бир кўпайтма $x_3 (y_4 - y_2)$, $k = 4$ бўлса, бир кўпайтма $x_4 (y_5 - y_3)$ ва ҳоказо бўлади.

(IV. 40) формула ёрдамида ҳисобланган натижа (IV. 41) формула билан текширилади.

(IV. 40) ва (IV. 41) формулалар билан ҳисобланган натижалар қўйидаги махсус ведомостга (12-жадвал) ёзиб борилади. Бунинг учун бурчак учларининг координаталари 10-жадвалдан дециметрча яхлитланиб, 12-жадвалга ёзилади.

12-жадвал

Полигон юзини полигон учларининг координаталари орқали аниқлаш ведомости

	Координаталар				Айрималар				Кўпайтмалар			
	+	x	+	y	+	$x_k + 1$	+	$y_k + 1$	+	$y_k (x_k + 1)$	+	$x_k (y_k + 1)$
1		2		3		4		5		6		7
1		0,0		0,0	—	250,1	+	100,1		0,00		0,00
2	+	90,0	+	180,0	—	10,1	+	320,0	+	1818,07	+	28800,00
3	—	10,1	+	320,0	—	220,1	+	129,9	+	70432,00	—	1311,99
4	—	130,1	+	309,9	+	190,0	—	160,1	+	58881,00	+	20829,01
5	—	200,1	+	159,9	+	30,0	—	230,0	+	4797,60	+	16023,00
6	—	160,1	+	79,9	—	200,1	—	159,9	—	15387,99	+	25599,99
					+	450,2	+	350,0	+	135928,00	+	121252,00
					—	450,2	—	350,0	—	15987,99	—	1311,99
						0,0		0,0		$2S = 119940,01$		$2S = 119940,01$

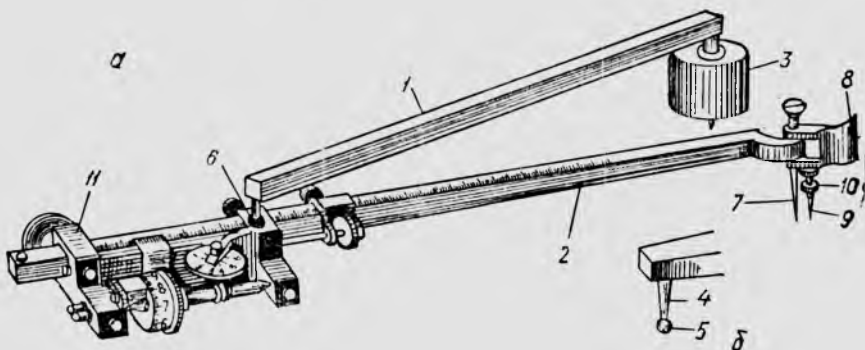
$$S = \frac{2S}{2} = \frac{119940,01}{2} = 59970,00 \text{ м}^2 \text{ ёки } S = 5,997 \text{ га} = 6 \text{ га.}$$

Ведомость (12-жадвал) даги 4 ва 5 графалар йиғиндиси нолга ва охириги 6 ва 7 графалар йиғиндиси бир-бирига тенг чиқиши ке-

рак. Акс ҳолда ҳисоб нотўғри қилинган бўлади. Бунда кўпайтмаларни қайта текшириш керак.

Механикавий усул. Механикавий усулда шакл юзи махсус асбоб билан аниқланади. Карта ва планда жой майдонини механикавий усулда аниқлашда ишлатиладиган асбоблардан бири планиметр-дир.

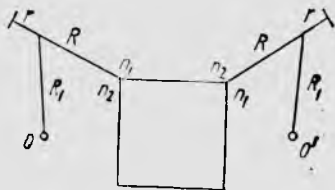
Планиметр ва уни ишлатиш. Планиметр турли кўринишда бўлади; қутбли планиметр кўпроқ ишлатилади (54-шакл). Бу планиметр қутб



54-шакл. Қутбли планиметр:

1 — қутб ричаги; 2 — айлантириш ричаги; 3 — оғир юк; 4 — штифт; 5 — штифтининг қаллагиси; 6 — штифтининг чуқурчаси; 7 — айлантириш сиччаси; 8 — даста; 9 — штифт; 10 — гайка; 11 — каретача.

(1) ва айлантириш ричаглари (2) дан ясалади, қутб ричагининг узунлиги R_1 эса ўзгармас бўлади. Унинг бир учида тағи игнали қимирламайдиган юк (3) бўлиб, бу юк қутб дейилади; иккинчи учидаги мослама (тўқмоқча — 4, 5) айлантириш ричаги саноқ механизмидаги махсус чуқурлик (6) га ўрнатилади, бу йўл билан икки ричаг иш даврида бирлашади. Айлантириш ричагининг бир учида контур (шакл) чегараси бўйлаб юргизиладиган игна (7) ва унинг ушлагичи (8), иккинчи учида карета саноқ механизми (11) ўрнатишган. Механизм ричаг бўйича ҳаракат қилади. Айлантириш ричагининг узунлиги R игнадан қутб ричаги ўрнатиладиган чуқургача ҳисобланади. Механизм ўрни ўзгариши билан ричаг узунлиги ҳам ўзгаради. Ричаг бор бўйи бўлакларга бўлинган, махсус верньер (12) орқали бўлаклардан ричаг узунлигини аниқлаш мумкин. Ричаг учидаги игна қоғозда маълум чизик бўйича юргизилса, саноқ механизмидаги саноқлар ўзгаради, шундан фойдаланиб шакл юзини аниқлаш мумкин бўлади. Шакл юзини аниқлашда планиметр қутб шакл ташқарисидан ёки ичида туриши мумкин. Шакл ташқарисидан турганда шаклга нисбатан қутб



55-шакл.

ни уш томонга ёки чап томонга қўйиш ҳам мумкин, O ва O' нуқталар (55-шакл). Шаклнинг юзи қуйидагича аниқланади: қутб шаклнинг ўнг ёки чап томонига қўйилади, юкни босиб, игна қоғозга маҳкамланади. Айлантириш ричагини қутб ричагига бирлаштириб, игна чегара чизили- нинг ихтиёрий равишда белгиланган нуқтасига қўйилади-да, механиз- мдан n_1 саноқ олинади; бу саноқ айлантириш олдидан олинган саноқ дейилади. Кейин игна чегара чизик бўйича соат стрелкаси йўли йўна- лишида оқиста юргизилади ва бош нуқтага қайтилиб, n_2 саноқ оли- нади; бу саноқ айлантиришдан кейинги саноқ дейилади. Агар шакл юзини S деб белгиласак,

$$S = p(n_2 - n_1) \quad (\text{IV. 42})$$

бўлади. Бунда p — планиметр бир бўлагининг қиймати. Шу форму- ладан

$$p = \frac{S}{n_2 - n_1} \quad (\text{IV. 43})$$

бўлади. Амалда p нинг қиймати ана шу формуладан топилади. Ай- лантириш ричагининг икки томонига ҳисоблаш механизми ўрнатил- ган МИИЗ планиметрида ҳам юқоридагидек ишланади. Бунда айлан- тириш нинаси ўришга шиша доирача ўрнатилган.

Агар планиметр қутби шакл ичида (ўртасида) турса, шакл юзи S қуйидаги формуладан аниқланади:

$$S = p(n_2 - n_1) + Q, \quad (\text{IV. 44})$$

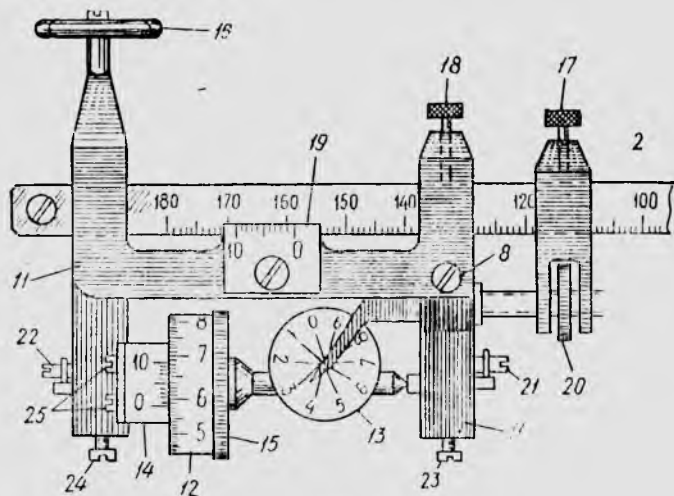
бу ерда Q — планиметр константаси бўлиб, алоҳида топилади.

Саноқ олиш. Планиметрдан тўрт рақамли саноқ олинади. Цифер- блат кўрсаткичи (13) бўйича бир рақам (3) (56-шакл) ҳисоб гилдира- гидан верньер нолига қадар икки рақам (5-айлана ўндан бири, 8- ай- лана юздан бири), кейин верньернинг гилдирак бўлагига тўғри келган бўлаги бўйича бир рақам (1) олинади. Шу вақт саноқ 3581 бўлади.

p ни аниқлаш. p ни аниқлаш учун пландаги квадратлардан би- ри ёки бир нечаси олинади ва унинг юзи план масштаби бўйича математикавий усулда ҳисоблаб топилади. Катак томонининг узун- лиги 5 см бўлса, план масштаби 1:2000 бўлганда, бу узунлик жой- даги 100 м га тўғри келади. Шунинг учун бир катак юзи $S = 100 \times \times 100 = 10\,000 \text{ м}^2$ бўлади.

Планиметр олиниб, унинг номери ва айлантириш ричагининг узун- лиги R (верньер бўйича олиниб) ведомость тепасига ёзилади. Кейин планиметр қутби квадратининг чап томонига ўрнатилиб, айлантириш нинаси квадрат томонидаги белгиланган бир нуқтага қўйилади-да, са- ноқ олинади, бу n_1 бўлади. Сўнгра нинна катак томонидан соат стрел- касининг йўли бўйича юргизилиб, белгиланган нуқтага қайтилади ва саноқ олинади; бу n_2 бўлади (55-шакл).

Шу ҳилда айлантириб саноқ олиш уч марта такрорланади, олин- ган саноқлар махсус 13-жадвалга ёзилади. Бунда биринчи айланти- ришдаги саноқлар айирмаси билан иккинчи айлантиришдаги саноқлар айирмаси ўртасидаги фарқ, шакл юзининг катта-кичиклигига қараб, 3 — 5 бирликдан ошмаслиги керак.



56-шакл. Қутбни планиметрнинг ҳисоблаш механизми(кареғчаси)

12 — ҳисоблаш гилдирағи; 13 — цифр бўлағ, 14 — гилдирак — верньери; 15 — ҳисоблаш гилдирағининг гардиши; 16 — ролик; 17, 18 — маҳкамлаш винтлари; 19 — айлантириш рычағи верньери; 20 — микрометрик винт; 21 — 25 — винтлар.

Сўнгра, планиметр қутбни квадрат катакнинг ўнг томонига қўйиб (55-шакл), бунда ҳам уч марта айлантириб саноқлар олинади ва айирмалари топилади. Кейин барча айирмаларнинг ўрғача қиймати топилиб, (IV. 43) формула ёрдамида p нинг қиймати аниқланади.

Мисолда планиметр қутбни чап томонда тургандаги саноқлар айирмасининг ўртача қиймати 331, ўнг томонда тургандаги саноқлар айирмасининг ўртача қиймати 329. Буларнинг ўртача қиймати 330 га тенг. Квадрат юзи $S = 10\,000 \text{ м}^2$ ни 330 га бўлиб, планиметр бир бўлагининг қиймати $p = 30,30 \text{ м}$ эканлиги аниқланади.

Q ни аниқлаш. Агар $Q = pq$ деб олесак, q қуйидагича топилади. Ихтиёрй бир шакл олиб, планиметр қутбни шакл ташиқарисига қўйиб айлантириб n_1, n_2 саноқлар олинади. Кейин қутбни ўртага қўйиб, n'_1, n'_2 саноқлари олинади. Бунда $q = (n_2 - n_1) - (n'_2 - n'_1)$ бўлади.

Планиметр воситасида юзни аниқлаш. Планиметр бир бўлагининг қиймати аниқлангач, полигон юзи топилади. Бунинг учун диагональ йўл орқали иккига бўлинган полигоннинг ўнг томонидаги участка I ҳамда чап томондагиси II ва буларнинг юзлари тегишлича S_1 ва S_2 билан белгиланади. Планиметр қутбнинг икки туршида ҳар қайси участка чегараси бўйлаб айлантирилувчи нинани 3 мартадан юргизиб, олинган саноқлар ведомостга (14-жадвал) ёзилади ва саноқлар айирмасининг ўртача қиймати топилади. (IV. 42) формула ёрдамида S_1 ва S_2 аниқланади.

Мисолда $S_1 = 25088,40 \text{ м}^2$, $S_2 = 34829,85 \text{ м}^2$.

Булар йиниғидисен полигоннинг ҳисобий юзи:

$$S_A = 59918,25 \text{ м}^2$$

бўлади.

Планиметр бир бўлагининг қийматини аниқлаш ведомости

 $S = 10\,000$ м, ричас узунлиги $R = 150$, планиметр № 2485

Тартиб но- мери	Айлан- рин олин- ган санақ- лар n_1	Айлан- ридан ке- линган санақлар n_2	Санақ — айирмаси $n_2 - n_1$	Айрма- нинг ўрта- ча қиймати $(n_2 - n_1)/3$	Бир бўлак- нинг қий- мати p	Эслатма
<i>Қутб чанда турганида</i>						
1	4660	4990	330			
2	4990	5822	332	331		
3	5322	5658	331			
<i>Қутб ўнгда турганида</i>						
				330	30,30	$p =$
						$= \frac{10000}{330} =$
						$= 30,30$
1	8374	8703	329			
2	8703	9031	327	329		
3	9031	9361	330			

Бу ҳисобий юз S_x координаталар орқали юқорида топилган умумий полигон юзи S_k га (12-жадвалга қаранг) тенг бўлиши керак. Лекин бизнинг мисолимизда улар ўзаро тенг эмас.

Бундаги ΔS хато қуйидагича аниқланади:

$$\Delta S = S_x - S_k = 59918,25 - 59970,00 = -51,75 \text{ м}^2.$$

Юзни ҳисоблашдаги нисбий хато $\frac{\Delta S}{S} \leq \frac{1}{250}$ бўлиши керак. Мисо-
лимизда $\frac{\Delta S}{S_k} = \frac{51,75}{59970,00} = \frac{1}{1158}$ дир, яъни $\frac{1}{1158} < \frac{1}{250}$.

Шунга кўра, хато ΔS икки участка юзлари S_1 ва S_2 га пропорцио-
нал бўлиб, тескари ишора билан тарқатилади. Бунинг учун пропор-
циялар қуйидагича ёзилади:

$$\frac{\Delta S}{S_k} = \frac{\Delta S_1}{S_1}; \quad \Delta S_1 = \frac{\Delta S}{S_k} \cdot S_1 \text{ ва } \Delta S_2 = \frac{\Delta S}{S_k} \cdot S_2.$$

бунда ΔS_1 ва ΔS_2 — I ва II участкалар юзига бериладиган тузатма-
лар. Мисолда $\Delta S_1 = \frac{51,75}{59970,00} \cdot 25088,40 = 21,67 \text{ м}^2$, $\Delta S_2 = \frac{51,75}{59970,00} \cdot$
 $\cdot 34829,85 = 30,08 \text{ м}^2$.

Бу тузатмалар 14-жадвалда кўрсатилганидек ҳисобий юзлар
қиймати устига ёзилади ва ҳисобланган юзга қўшиб (ёки ишорасига
қараб айириб) тузатилган юзлар $S_m = S_x + \Delta S$ формула ёрдамида
аниқланади. Бу тузатилган юзлар йиғиндиси координаталар усули
билан топилган полигон юзига тенг бўлиши керак.

Полигон юзини планиметр билан аниқлаш ведомости

Участкалар номера	Саноқлар номера	Айлантириш- дан олдин олинган саноқ n_1	Айлантириш- дан кейин олинган саноқ n_2	Саноқлар айир- маси $n_2 - n_1$	Саноқ айирма- ларининг ўр- тача қиймати	Бир бўлак қиймати p	Ҳисобланган юзалар S_k	Тузатишган юзалар S_m	Эслатма
<i>Қитб чанда</i>									
I	1	5999	6831	832					
	2	6831	7661	830	830				
	3	7661	8489	828					
					828	33,30	+ 21,67 25088,40	25110,07	
<i>Қитб ўнгда</i>									
	1	1241	2069	828					
	2	3069	2893	824	826				
	3	2893	3719	826					
<i>Қитб чанда</i>									
II	1	7489	8640	1151					
	2	8640	9790	1150	1151				
	3	9790	10942	1152					
<i>Қитб ўнгда</i>									
	1	2368	3511	1148	1149,5	30,30	+ 30,08 34829,85	34859,93	
	2	3511	4661	1150	1148				
	3	4661	5807	1146					
							59918,25	59970,00	

Юзларни академик Савич усули билан аниқлаш. Агар умумий полигоннинг аналитик ҳисобланган юзи S_k маълум бўлса, бир бутун шаклнинг қисмларидан иборат бўлган юзни академик Савич усули билан топиш мумкин. Бунда p қийматини алоҳида топишга эҳтиёж қолмайди. Тўрдаги бутун квадратлар юзи математикавий усулда ҳисобланади.

Савич усулида умумий полигон планиметр билан бир неча марта айлантириб чиқилади. Ҳар қайси айлантиришда олинган саноқлар айирмаларининг ўрта арифметик қиймати $(n_2 - n_1)_0$ топилади. Ҳар қайси контур чегараси планиметр билан айлантирилиб олинган саноқлар айирмалари бўйича контурлар юзи қуйидаги формулалар асосида аниқланади:

$$S_1 = \frac{S_k}{(n_2 - n_1)_0} \cdot (n_2' - n_1'); \\$$

$$S_2 = \frac{S_k}{(n_2 - n_1)_0} \cdot (n_2'' - n_1''); \\$$

$$\dots \dots \dots$$

$$S_l = \frac{S_k}{(n_2 - n_1)_0} \cdot (n_2^l - n_1^l).$$

бунда $n_1^i, n_1^{ii} \dots n_1^i$ ва $n_2^i, n_2^{ii}, \dots, n_2^i$ — биринчи, иккинчи ва ҳоказо контурларни айлантиришда планиметрдан олинган олдинги ва кейинги саноқлар.

Мисолда полигоннинг бурчак учларининг координаталари бўйича ҳисобланган юзи $S_k = 59970 \text{ м}^2$; $(n_2 - n_1)_0 = 1983$ бўлгани учун участкалар юзи қуйидагича бўлади:

$$S_1 = \frac{59970}{1983} \cdot 828 = 30,244 \cdot 828 = 25052,03 \text{ м}^2;$$

$$S_2 = \frac{59970}{1983} \cdot 1149,5 = 30,244 \cdot 1149,5 = 34765,48 \text{ м}^2.$$

$$S_x = S_1 + S_2 = 25052,03 + 34765,48 = 59817,51 \text{ м}^2;$$

$$\Delta S = S_x - S_k = 59817,51 - 59970,00 = -152,49 \text{ м}^2;$$

$$\frac{\Delta S}{S_k} = \frac{152,49}{59970,00} = \frac{1}{394}.$$

Ҳисобланадиги хато (152,49 м) йўл қўярли даражада бўлганлигидан у S_1 ва S_2 ларга пропорционал бўлиб берилади. Шунда тузатилган юзлар:

$$S_{m1} = 25052,03 + 63,50 = 25115,53 \text{ м}^2;$$

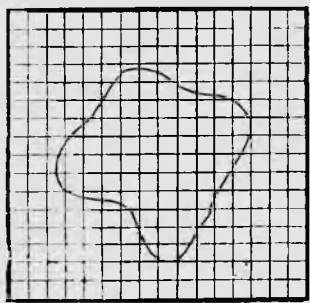
$$S_{m2} = 34765,48 + 88,90 = 34854,38 \text{ м}^2$$

бўлади.

Геометрик усул. Геометрик усулда кўпбурчаклик диагоналлари ёрдамида учбурчаклик ва трапецияларга бўлинади, ҳар қайси шакл юзи алоҳида геометрик формула ёрдамида аниқланади ва кейин йиғиндиси олинади, бу эса полигон юзи бўлади.

Графикавий усул. Графикавий усулда турли кўринишдаги палеткалардан фойдаланилади.

Палетка план ёки картадаги қўл, ўрмон каби эгри чизиқли шакллар юзини аниқлашда ишлатилади. Палетка восковка, калька, целлулоид



56¹- шакл.

каби шаффоф нарсадан ясалган варақ бўлиб ва (56¹- шакл) унга томони 2,5 ёки 10 мм ли квадрат катаклар чизилган бўлади. Агар квадрат томони $a = 5 \text{ мм}$ бўлса, масштаб 1:10 000 бўлганда бир квадратнинг юзи $s = a^2 = 50^2 = 2\,500 \text{ м}^2$ бўлади. Юзни аниқлаш учун палетка шакл устига қўйилади, шакл юзига тўғри келган бутун катаклар сони саналади. Сўнгра шакл эгаллаган ярим катаклардан кўзда чамалаб бир-бирига қўшиб бутун катаклар ясалади-да, улар сони ҳам аниқланади. Бутун ва ярим катаклар-

дан ясалган барча катаклар сони $n = 12,5$ бўлса, шакл юзи S қуйидагича топилади:

$$S = s \cdot n = 2500 \cdot 12,5 = 31250 \text{ м}^2.$$

План ёки картада йўл, канал, дахлсиз полосалар каби тор жойлар бўлса, бундай жойларнинг юзини ҳисоблаш учун шу жойда тик чизиқлар чизиб, тўғри тўртбурчакликлар ясалади. Тўртбурчакликлар бўйи ва эни пландан масштаб бўйича олиниб, юзи тўғри бурчакли тўртбурчакликниги каби топилади. Бунда ортган ёки камайган жойлар ҳисобга олинади.

Баъзан, жойнинг тузилишига қараб, юзлар бўлақларга бўлиниб, уларнинг юзлари палетка ёки планиметр ёрдами билан ҳам топилиши мумкин.

V БОБ

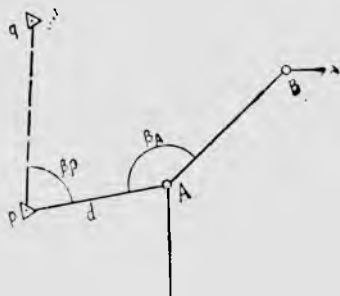
ПОЛИГОННИ ТАЯНЧ ПУНКТЛАРГА БОҒЛАШ

41-§. Боғлашдаги ҳоллар ва ҳисоблаш тартиби

План ва карта чизиш ишларини бир системада олиб бориш учун план олишда жойда ясалган полигон ёки трасса тригонометрик ёки полигонометрик пунктларга боғланади, яъни полигон ёки трасса ўқ чизилишининг бурчак учларидан бирининг координаталари таянч пункти координаталари бўйича ҳисобланади ва полигон бир томонининг йўналиши ҳам аниқланади. Сўнгра шу йўналиши бўйича бошқа томонлар йўналиши топилади.

Полигонга нисбатан пунктнинг жойлашиши ва иш олиб бориш талабига қараб, полигон пунктга турли ҳилда боғланади. Масалан, берилган полигон ёпиқ бўлса, унинг бир учининг координатаси ва бир томонининг йўналиши таянч пунктлар бўйича аниқланади; агар очиқ бўлса, бош ва охириги бурчак учларининг координаталари ҳамда бош ва охириги томонлар дирекцион бурчаги аниқланади. Бу боғлаш ишида дала ўлчаш ишлари билан бир қаторда, ҳисоблаш ишлари ҳам катта ўрин эгаллайди. Учбурчакликка доир масалани синуслар теоремаси ёрдамида ечиш, тўғри ва тескари геодезик масалаларни ечиш, томоннинг дирекцион бурчагини ҳисоблаш каби ишлар кўп учрайди. Бу ерда боғлашга доир қуйидаги ҳолларни кўриб чиқамиз.

1 ҳол. Полигон $ABC\dots$ нинг A учин p пунктга яқин бўлиб, p дан q пункти кўринади ва p пунктда асбоб ўрнатиш мумкин. p ва q пунктлар координаталари бўйича A нуқта координатаси x_A , y_A ҳамда AB томон йўналиши α_{AB}



57-шакл.

аниқланиши керак (57-шакл). Масалани ечиш қуйидаги тартибда олиб борилади.

1. Жойда p ва A нуқталарда туриб β_p, β_A бурчаклар ва Ap томон узунлиги d ўлчанади, кейин тубандагича ҳисобланади.

2. Пункт p ва q координаталари x_p, y_p ва x_q, y_q бўйича тескари геодезик масалани татбиқ этиб, p_q йўналиши α_{pq} аниқланади:

$$\operatorname{tg} \alpha_{pq} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_q - y_p}{x_q - x_p}$$

$\operatorname{tg} \alpha_{pq}$ қиймати бўйича тригонометрик функциялар жадвалидан α_{pq} топилади.

3. α_{pq} бўйича pA томон йўналиши α_{pA} топилади:

$$\alpha_{pA} = \alpha_{pq} + \beta_p.$$

4. α_{pA} орқали α_{AB} ҳисобланади:

$$\alpha_{AB} = \alpha_{pA} + \beta_A - 180^\circ.$$

5. pA томонига тегишли орттирмалар ҳисобланади:

$$\Delta x_{pA} = d \cos \alpha_{pA}.$$

$$\Delta y_{pA} = d \sin \alpha_{pA}.$$

6. Кейин тўғри геодезик масала татбиқ этилиб, A нуқта координатаси ҳисобланади:

$$x_A = x_p + \Delta x_{pA};$$

$$y_A = y_p + \Delta y_{pA}.$$

II ҳол. Агар A яқинидаги p нуқтадан q кўринмай, β_p бурчакни ўлчаб бўлмаса, лекин A дан q кўринса, қуйидагича ишланади (58-шакл).

1. $Ap = d$ масофа ўлчанади. A нуқтада туриб, β, β_A бурчаклар ўлчанади.

2. Ap_q учбурчакликдаги γ бурчак аниқланади: $\gamma = \beta_A - \beta$.

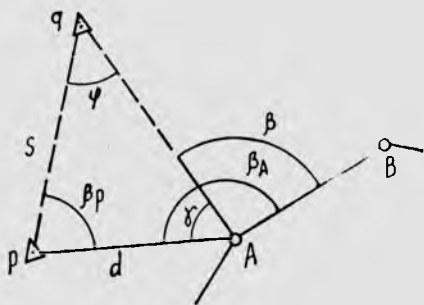
3. p ва q координаталари бўйича α_{pq} топилади:

$$\operatorname{tg} \alpha_{pq} = \frac{y_q - y_p}{x_q - x_p}.$$

4. Тескари геодезик масала асосида p_q оралиғи S топилади:

$$S = \frac{\Delta x}{\cos \alpha_{pq}} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha_{pq}} \quad \text{ёки} \quad S = \sqrt{(x_q - x_p)^2 + (y_q - y_p)^2}.$$

5. Ap_q учбурчакликдан синуслар теоремаси ёрдамида φ бурчак топилади:



58-шакл.

$$\frac{d}{\sin \varphi} = \frac{S}{\sin \gamma} \quad \text{ёки} \quad \sin \varphi = \frac{d \sin \gamma}{S},$$

бу ифодадан φ қиймати топилади.

AP^1 учбурчакликнинг β_p бурчаги топилади:

$$\beta_p = 180^\circ - (\gamma + \varphi).$$

7. pA йўналиши α_{pA} аниқланади: $\alpha_{pA} = \alpha_{pq} + \beta_p$.

8. AB томонининг йўналиши қуйидагига тенг:

$$\alpha_{AB} = \alpha_{pA} + \beta_A - 180^\circ.$$

9. A нуқта координатаси қуйидагига тенг:

$$x_A = x_p + \Delta x_{pA};$$

$$y_A = y_p + \Delta y_{pA}.$$

III ҳол. Масалан, бирор $ABCD \dots$ полигон берилган бўлсин. Бу полигоннинг BC томони тригонометрик тармоқларнинг p ва q пунктлари яқинида жойлашган. p ва q пунктларнинг маълум координаталари бўйича полигоннинг бурчак учи бўлган C нуқтанинг координаталари x_c ва y_c ҳамда полигон томони CD нинг йўналиши α_{CD} аниқлансин (59-шакл).

Масала B ва C нуқталарда туриб, α , β , γ ва δ бурчакларни ўлчашдан бошлаб ечилади. BC томоннинг узунлиги бизга маълум, чунки у полигон томони ёки трасса чизигидир.

C нуқта координатасини аниқлайлик; C нуқта координатаси p ва q пунктларнинг координаталари бўйича айрим-айрим аниқланади. Масалан, p бўйича:

$$x_c = x_p + \Delta x_{pc};$$

$$y_c = y_p + \Delta y_{pc}, \quad (V.1)$$

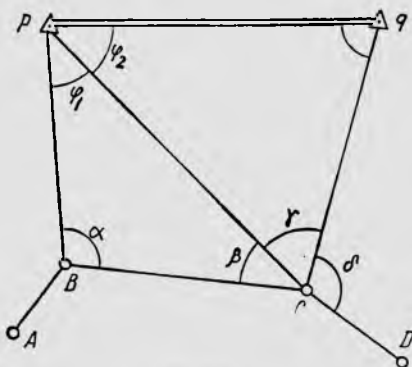
бунда x_p , y_p — p нуқтанинг координаталари, Δx_{pc} ва Δy_{pc} — pC томонга тегишли координата ортирмалари;

q бўйича:

$$x_c = x_q + \Delta x_{qc};$$

$$y_c = y_q + \Delta y_{qc}, \quad (V.2)$$

бунда x_q , y_q — q нуқтанинг координаталари, Δx_{qc} , Δy_{qc} лар qC томонга тегишли координата ортирмалари. (V.1) асосий формула бўлиб, (V.2) текшириш формуласидир.



59-шакл.

Орттирмалар:

$$\begin{aligned}\Delta x_{pc} &= \rho C \cos \alpha_{pc}, \\ \Delta y_{pc} &= \rho C \sin \alpha_{pc}\end{aligned}\quad (V.3)$$

худди шунга ўхшаш:

$$\begin{aligned}\Delta x_{qc} &= qC \cos \alpha_{qc}, \\ \Delta y_{qc} &= qC \sin \alpha_{qc}\end{aligned}\quad (V.4)$$

бунда, ρC , qC — томонлар узунлиги, α_{pc} ва α_{qc} — шу томонлар дирекцион бурчаклари.

Бу орттирмаларни ҳисоблаш учун ρC ва qC томонларининг узунлигини ва йўналишини аниқлаш керак. Бунинг учун жойда ўлчанган бурчаклар α , β , γ ва BC томон узунлиги d бўйича ёрдамчи φ_1 , φ_2 ва ψ бурчаклар ва ρC , qC томонлар аниқланади.

Ечиш йўлини сонли мисолда кўриб чиқайлик.

$$\begin{aligned}\text{Берилган: } x_p &= 4\,605\,653,80 \text{ м. } x_q = 4\,605\,586,43 \text{ м;} \\ y_p &= 12\,555\,458,95 \text{ м. } y_q = 12\,555\,945,28 \text{ м;} \\ \alpha &= 105^\circ 32'; \beta = 50^\circ 15'; \gamma = 48^\circ 24'; \\ \delta &= 112^\circ 18'; \text{ ва } BC = d = 256,75 \text{ м.}\end{aligned}$$

Топиш керак: $\varphi_1 = ?$, $\varphi_2 = ?$, $\psi = ?$, $\rho C = ?$, $qC = ?$, $\alpha_{pc} = ?$, $\alpha_{qc} = ?$, $x_c = ?$ ва $y_c = ?$

Ўлчанган миқдорларга биноан белгисиз миқдорлар қиймати қуйидаги тартибда аниқланади. Ҳисоблаш ишлари электроний машиналарда бажарилади.

$$1. \varphi_1 = 180^\circ - (\alpha + \beta) = 180^\circ - (105^\circ 32' + 50^\circ 15') = 24^\circ 13'.$$

2. ρC синуслар теоремасига биноан қуйидагича аниқланади:

$$\frac{\rho C}{\sin \alpha} = \frac{BC}{\sin \varphi_1}; \rho C = BC \frac{\sin \alpha}{\sin \varphi_1} = 256,75 \cdot \frac{\sin 105^\circ 32'}{\sin 24^\circ 13'} = 256,75 \cdot \frac{0,96317}{0,41019} \text{ ёки } \rho C = 603,06 \text{ м}^2.$$

3. $\rho C q$ учбурчакликда ρC ва γ бурчаги маълум. Пунктлар оралини pq тескари геодезик масала бўйича p ва q координаталари орақали топилади:

$$pq = \pm \sqrt{(x_q - x_p)^2 + (y_q - y_p)^2} = \pm \sqrt{67,37^2 - 486,33^2} = 490,98 \text{ м}^2.$$

4. Учбурчаклик $\rho C q$ дан

$$\frac{\rho C}{\sin \psi} = \frac{pq}{\sin \gamma} \text{ ёки } \sin \psi = \frac{\rho C \sin \gamma}{pq} = \frac{603,06 \cdot \sin 48^\circ 24'}{490,98}$$

ёки $\psi = 66^\circ 43'$ бўлади.

5. Учбурчаклик $\rho C q$ дан: $\varphi_2 = 180^\circ - (\gamma + \psi) = 64^\circ 54'$.

$$\frac{Cq}{\sin \varphi_2} = \frac{pq}{\sin \gamma}; Cq = \frac{pq \cdot \sin \varphi_2}{\sin \gamma} \text{ ёки } Cq = 594,49 \text{ м.}$$

6. Cq қуйидаги пропорциядан топилади.

$$\frac{Cq}{\sin \varphi_2} = \frac{pq}{\sin \gamma} Cq = \frac{pq \cdot \sin \varphi_2}{\sin \gamma} \text{ ёки } Cq = 594,49 \text{ м}$$

7. pC ва qC масофалар йўналишини аниқлаш учун pq чизиқ йўналишини ҳисоблаш керак. Бунини $p(x_p, y_p)$ ва $q(x_q, y_q)$ пунктлар координаталари бўйича тескари геодезик масала каби ечсак,

$$\operatorname{tg} \alpha_{pq} = \frac{\Delta y_{pq}}{\Delta x_{pq}} = \frac{y_q - y_p}{x_q - x_p} = \frac{+486,33}{-67,37} = -7,21880 \text{ ёки } \alpha_{pq} = 82^\circ 07'$$

бўлади.

Бу pq томон румбининг қиймати бўлиб, Δx манфий, Δy мусбат бўлганидан румб номи ЖШҚ бўлади; ёки дирекцион бурчаги $\alpha_{pq} = 180^\circ - 82^\circ 07' = 97^\circ 53'$ бўлади.

8. Энди pC ва qC томонларнинг дирекцион бурчаклари α_{pc} ва α_{qc} ни аниқлаймиз:

$$\alpha_p = \alpha_{pq} + \varphi_2 = 97^\circ 53' + 64^\circ 53' = 162^\circ 46';$$

$$\alpha_{qc} = \alpha_{pq} + 180^\circ - \psi = 97^\circ 53' + 180^\circ - 66^\circ 43' = 211^\circ 10'.$$

9. Юқорида аниқланган миқдорлар орқали (IV.1) ва (V.2) формулалар ёрдамида C нуқтанинг координатаси аниқланади:

$$x_c = x_p + \Delta x_p = y_p + \Delta y_{pc};$$

$$\Delta x_{pc} = pC \cos \alpha_{pc} = -576,02 \text{ м. } \Delta y_{pc} = pC \sin \alpha_{pc} = +178,66 \text{ м.}$$

Шунда координаталар қуйидагича бўлади:

$$x_c = 4\,605\,653,80 - 576,02 = 4\,605\,077,78 \text{ м,}$$

$$y_c = 12\,555\,458,95 + 178,66 = 12\,555\,637,61 \text{ м.}$$

10. Текшириш учун C координатасини q нуқта орқали ҳисоблаймиз.

$$x_c = x_q + \Delta x_{qc}; \quad y_c = y_q + \Delta y_{qc};$$

$\Delta x_{qc} = qC \cos \alpha_{qc} = -508,68$, $\Delta y_{qc} = qC \sin \alpha_{qc} = -307,67$ м;
шунда

$$x_c = 4\,605\,586,43 - 508,68 = 4\,605\,077,75 \text{ м;}$$

$$y_c = 12\,555\,945,28 - 307,67 = 12\,555\,637,61 \text{ м}$$

бўлади.

p ва q таянч пунктлар координаталари орқали ҳисобланган C нуқтанинг координатасидаги кичик айирма яхлитлаш натижасида ҳосил бўлган хатодир. Бунда pC ва qC чизиқлар узунлиги ёлғиз BC томон орқали бир марта аниқланди. Баъзан аниқликни ошириш мақсадида C нуқтадан ихтиёрий йўналишда BC дан бошқа бир чизиқ базис олиб, унинг учларидан ҳам BC томондаги каби бурчаклар ўлчанади ва юқоридаги каби ҳисоблаш ишлари бажарилади ҳамда шу орқали натижа текширилади.

CD чизиқнинг йўналишини аниқлаш. PC ва qC чизиқларнинг аниқланган дирекцион бурчаги ва ўлчанган γ ва δ бурчаклар орқали CD чизиқнинг дирекцион бурчаги қуйидагича аниқланади (нуқталар орасидаги масофа кичик бўлганидан меридианлар яқинлашиш бурчаги ҳисобга олинмайди).

α_{pc} бўйича.

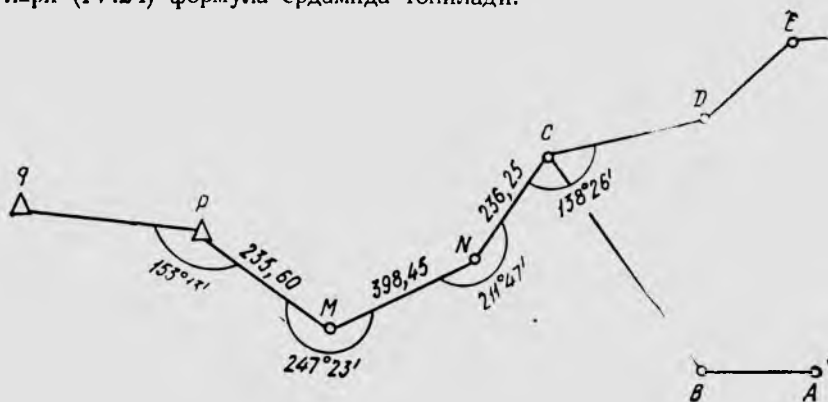
$$\alpha_{CD} = \alpha_{pc} + \gamma + \delta - 180^\circ = 162^\circ 46' + 48^\circ 24' + 112^\circ 18' - 180^\circ = 143^\circ 28'.$$

α_{qc} бўйича:

$$\alpha_{cD} = \alpha_{qc} + \delta - 180^\circ = 211^\circ 10' + 112^\circ 18' - 180^\circ = 143^\circ 28'.$$

Икки чизик йўналиши бўйича топилган дирекцион бурчакнинг ўзаро тенглиги ҳисоблашнинг тўғрилигини кўрсатади.

Топилган $\alpha_{cD} = 143^\circ 28'$ ва $x_c = 4\,605\,077,75$ м ва $y_c = 12\,555\,637,61$ м орқали полигоннинг қолган томонлари йўналиши (IV.12) ёки (IV.13) формулалар ёрдамида ва бурчак учларининг координаталари (IV.24) формула ёрдамида топилади.



60- шакл.

VI ҳол. Таянч пунктига боғлашда учрайдиган қуйидаги ҳолни ҳам кўриб чиқайлик. Полигон учларидан туриб қараганда таянч пунктлари кўринмайдиган ҳолда *алоҳида боғлаш йўли* деб аталадиган теодолит йўли олинади (60- шакл). $ABCDE\dots$ полигонни p ва q таянч пунктларига боғлаш учун $CNMp$ теодолит йўли олинади. Агар p ёки q пунктларда асбоб билан туриш мумкин бўлмаса, юқорида айтилганидек, маълум бир чизик олинади ва полигон шу чизик асосида боғланади. Агар p пунктда асбоб билан туриш мумкин бўлса, боғлашдаги ҳисоблаш иши осонлашади. 60- шаклга кўра ўлчанган бурчаклар қиймати ва томонлар узунлиги орқали p пунктнинг берилган координаталари асосида C нуқтанинг координатаси ва CD чизикнинг дирекцион бурчаги аниқланган. Ўлчанган миқдорлар қиймати 60- шаклда ва 15- жадвалда берилган. p ва q пунктларнинг координаталари бўйича томон дирекцион бурчаги топилади.

Полигоннинг қолган томонлари йўналиши ва учларининг координаталари (IV.12) ва (IV.13) формулалар ёрдамида аниқлаб олинади

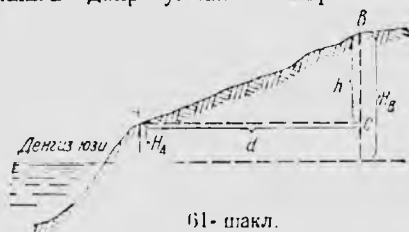
Нуқта- лар	Ўлчаган бурчак- лар, β		Дирек- цион бур- чаклар, α		Румблар, r			Чизик узунли- ги, d	Ортгирмалар				Координаталар	
	α	β	α	β	ном	φ	θ		Δx	Δy	Δz	Δu	x	y
q			129	22									4,605	12,555
p	152	13	157	09	ЖШ _к	22	51	235,60	—	217,11	+	91,48	351,50	749,13
M	247	23	89	46	ШШ _к	80	16	398,45	+	1,62	+	398,45	134,89	840,61
N	211	47	57	59	ШШ _к	57	59	236,25	+	125,25	+	200,31	136,01	239,05
C	138	26	99	33	ЖШ _к	80	27						261,26	439,36
D														

VI БОБ.

ВЕРТИКАЛ СЪЁМКА

42-§. Жойда нуқталар баландлигини аниқлаш

Инженерлик ишларига доир масалаларни ечишда нуқталарнинг бир-бирига нисбатан фақат горизонтал текисликдаги ўринларини белгилашнинг ўзи кифоя қилмайди, уларнинг вертикал текисликдаги вазиятини, яъни жойнинг баланд-пастлигини аниқлаш ва қозғалда тасвирлаш ҳам талаб қилинади. Горизонтал съёмкада AB чизикнинг горизонтал қўйилиши d ни аниқлашга доир ўлчаш ишлари билан танишдик; энди вертикал съёмкада AB чизикнинг вертикал текисликка бўлган проекцияси h ни аниқлашга доир ўлчаш ишлари билан танишамиз. Нуқталарнинг вертикал текислик бўйича эгаллаган ўринларини аниқлашга доир ўлчаш ишларининг йиғиндисен *вертикал съёмка* дейилади. Ер юзидаги нуқталарнинг баландлиги, асосан, денгиз юзига нисбатан аниқланади. Бу баландлик абсолют баландлик деб, агар у сон билан ифодаланса, абсолют отметка деб аталади. Масалан, 61-шаклдаги A ва B нуқталарининг абсолют баландлиги H_A ва H_B бўлади; $H_B - H_A = h$ — B нуқтанинг A га нисбатан нисбий баландлиги дейилади. Агар бош нуқта A нинг отметкаси H_A ва нисбий баландлик h маълум бўлса, B нуқтанинг отметкаси H_B қуйидагича топилади:



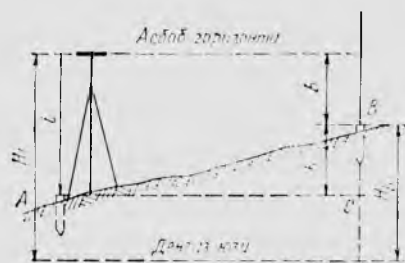
$$H_B = H_A + h. \quad (\text{IV. I})$$

Қўрамызки нуқта отметкасини топиш учун нисбий баландлик аниқланиши керак. Нисбий баландликни аниқлаш *нивелирлаш* дейилади. Нивелирлаш астрономик ва геодезик бўлади. Агар нисбий баландлик гравиметрик карта ёрдамида шовин чизигининг огиши орқали аниқланса, бу *астрономик нивелирлаш* бўлади. Геодезик нивелирлашда нисбий баландлик геометрик, тригонометрик, физикавий (барометрик, гипсотермометрик, гидростатик), механикавий ва аэроенивелирлаш каби йўллар билан аниқланади.

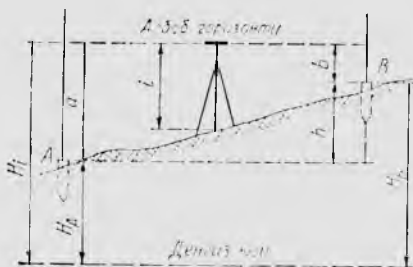
43- §. Геометрик нивелирлаш

Нисбий баландлик горизонтал кўриш нури орқали аниқланса, геометрик нивелирлаш дейилади ва нивелир деб аталадиган асбоб билан бажарилади.

Нивелирлаш, асбобнинг икки нуқтага нисбатан туриши (ўрнатилиш) жойига қараб, олдинга ва ўртадан нивелирлашга бўлинади.



62- шакл.



63- шакл.

Олдинга нивелирлаш. A ва B нуқталар орасидаги нисбий баландликни аниқлаш учун A нуқтага нивелир ўрнатилиб горизонтал ҳолга келтирилгач, A нуқтадан трубанинг кўриш ўқи-гача бўлган баландлик (асбоб баландлиги) рейка билан ўлчанади ва i билан белгиланади. i ни аниқ ўлчаш учун A даги қозикқа рейка вертикал қўйилиб, труба окуляри рейкага тўғриланади-да, объективдан қаради ва окуляр маркази рейкада белгиланади. Шу белгиланган нуқтанинг A дан баландлиги i бўлади. Кейин B нуқтага вертикал қўйилган рейкага қараб, b санови олинади. Шунда AC кўриш ўқи-га параллел бўлганидан 62-шакл бўйича қуйида-гини ёзини мумкин:

$$h = i - b, \quad (VI.2)$$

яъни олдинга нивелирлашда нисбий баландлик асбоб баландлигин-

дан рейка сановининг айрилганига тенг. $i > b$ бўлса h мусбат бўлиб, жой кўтарилади, $i < b$ бўлганда эса, h манфий бўлиб, жой пастлашади.

Ўртадан нивелирлаш. Бу энг кўп қўлланадиган усул бўлиб, нивелир A ва B нуқталар ўртасига ўрнатилади: нивелир горизонтал вазиятга келтирилгач, A ва B нуқталарга қўйилган рейкалардан аввал a , кейин b саноклар олинади, шу вақт нисбий баландлик қуйидагича аниқланади (63- шакл):

$$h = a - b, \quad (VI.3)$$

яъни ўртадан нивелирлашда нисбий баландлик орқадаги рейкадан олинган саноқдан (кетинги саноқдан) олдинги саноқнинг айрилганига тенг (бу ердаги a — кетинги саноқ, b — олдинги саноқ). a ва b саноқларнинг қийматига қараб, h мусбат ёки манфий ишорали бўлади. Нивелирлашда нивелирнинг ҳар ўрнатилиши *станция* дейилади. Агар икки нуқта нисбий баландлиги бир станциядан аниқланса, *оддий нивелирлаш* деб, бир неча станция орқали аниқланса, *мураккаб нивелирлаш* деб аталади.

Нивелирлашга ер эгрилиги ва рефракция (кўриниш нурининг ҳавода синиши) хатолари (k, r) таъсир этади; агар иккала хато таъсири йиғиндисини $k - r = f$ деб белгиласак ва орқа рейкага қарагандаги хатонини f_a , олдинги рейкага қараганда хатонини f_b десак, нисбий баландлик қуйидагича бўлади:

$$h = a - b - (f_b - f_a). \quad (VI.4)$$

Агар нивелир иккала рейкадан тенг масофада турса, $f_a = f_b$ бўлганидан $h = a - b$ бўлади. Шунга кўра, нивелирлашда нивелирни икки рейкадан тенг узоқликда ўрнатиш керак.

44- §. Нивелирлар ва уларнинг турлари

Нивелир икки нуқта орасидаги нисбий баландликни шу нуқталарда вертикал қўйилган рейкалардан горизонтал кўриниш нури орқали олинган саноқлар ёрдамида аниқлашда ишлатиладиган геодезик асбобдир. Нивелирлар аниқлиги жиҳатидан жуда аниқ, аниқ ва техникавий нивелир деб аталадиган турларга бўлинади. Ясагини жиҳатидан ҳам уч тинда бўлади.

1. Кўриниш ўқи шиллирик адилак орқали горизонтал ҳолга келтириладиган нивелирлар (НН; НВ-1, НЗ, НА-1).

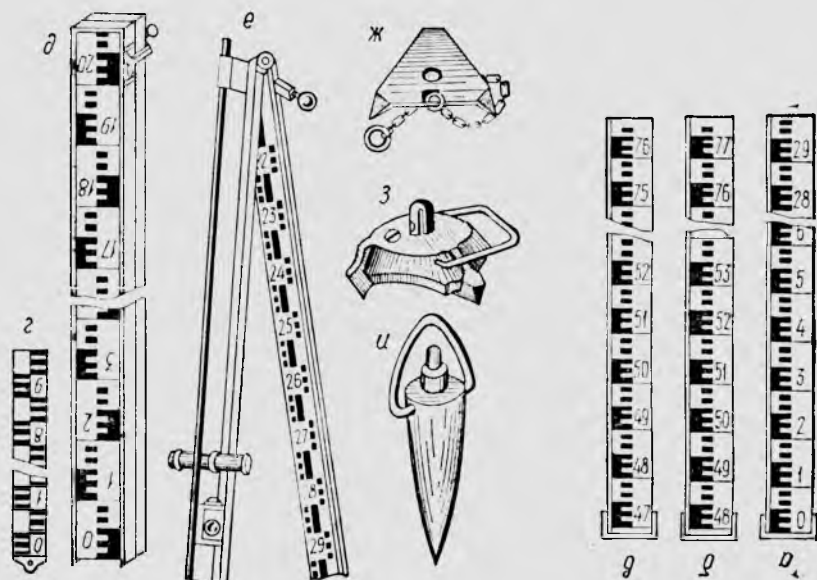
2. Ўзи ўрналувчи (автоматик равишда горизонтал вазиятга келувчи) нивелирлар (НЕМ-2А, НС-3, НС-4).

3. Қия кўриниш нури нивелир (НН-3).

Нивелир, асосан, тағлик, адилак ва кўриниш трубадан тузилади, булар бир-бирига маҳкам бириктирилиб, тузаткич вивитларнинг ўзи ёрдамида ҳаракатланса, бундай нивелир қўйма нивелир дейилади.

Юқоридаги нивелирлар қаторида демократик республикаларда чиқарилаётган $Ni = B3$, $Ni = B6$, $Ni = 007$ маркали нивелирлар ҳам ишлатилади. Буларнинг тузилиши ва ишлатиш асбоб паспортида тўла тусунирилган бўлади. Лазер нури билан ишлатиладиган АГА геоплан 300 номли асбоб ҳам нивелирлашда ишлатилади.

Техникавий нивелирлашда бутун ва йиғма рейкалар ишлатилади; уларнинг бўйи 3 — 4 м, эни 8 — 10 см, қаллиғлиги 2 — 3 см бўлади ва қуруқ қарағайдан ясалади; чидамли бўлиши учун икки ёни чиқарилган бўлади. Рейка бир томонли ёки икки томонли бўлади. Бир томонли рейкада ёзув ва бўлақлар бир томонда бўлиб, қора рангда ёзилади. Икки томонли рейкада бир томонига қора рангда, иккинчи томонига эса қизил рангда ёзилади. Шунга қўра, бу томонлар рейканинг қора ва қизил томонлари деб юритилади. Қора томонда рейка тагидан бошлаб сантиметрли оқ ва қора бўлақларга бўлинади. Ёзувлар 0 дан бошланиб, 3000 да тугайди. Бўлақларнинг ҳар дециметри Е шаклидаги белгидан бошланади ва қиймати *дм* бирлигида ёзилади. Қизил томонда ёзувлар 0 дан бошланмай, балки бошқа бир катта сондан, масалан, 4687 мм дан (бутун рейкада) ёки 4468 мм дан (йиғма рейкада) бошланади (64- шаклда 4800 ва 4700 дан бошланган). Бундай рейкалар жуфт рейкалар дейилади. Труба тескари тасвир берганидан рейка ёзувлари тескари бўлади. Қора ва қизил томон саногини 100 мм фарқ қиладиган рейкалар ҳам ишлатилади. Баъзан қора ва қизил ёзувлар рейканинг бир томонида бўлади. Баъзи рейкаларда қора ва қизил томон ёзувлари 0 дан бошланади, лекин қизил томон бўлақларининг қиймати 1 см эмас, балки 1,1 см узунлигида бўлади. Саноклар текширилганда қизил томон саногини 1,1 га



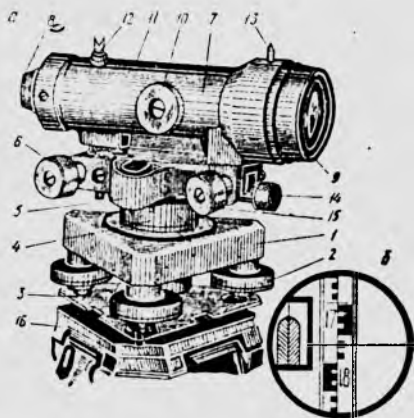
64- шакл. Нивелирлаш рейкалари, башмаклар ва темир қозиқ:

рейканинг қора томони; б ва в — рейкаларнинг қизил томонлари; г — осилгич рейка; д ва е — бир томонлама қўшалок рейкалар; ж ва з — башмаклар; и — темир қозиқ.

кўпайтирилади. Нивелирлашда рейка қозиқ устига вертикал қўйилади; бунинг учун рейка ёнида 1.2 м баландликда доиравий адилак ўрнатилади. Адилаксиз рейкалар билан ишлашда рейкачи рейкани ўзидаги ва ўзига томон оҳиста тебратлади. Тебратганда энг кичик саноқ рейканинг вертикал ҳолатига тўғри келаганидан шу саноқ қабул қилинади. Қора ва қизил томонли рейкалар билан ишлаганда кетинги ва олдинги рейкаларнинг қора томонидан олинган саноқлар айирмаси қизил томондан олинган саноқлар айирмасига тенг бўлиши керак. 64-шаклда рейка турлари ва нивелирлашда қозиқ ўрнида рейка қўйиш учун ишлатиладиган сангир ва темир қозиқ кўрсатилган. Булар нивелирлашда олиб юрилади.

46-§. НВ-1 нивелири ва уни текшириш

НВ-1 нивелири қуйма ва контакт адилакли нивелир бўлиб, анча ихчам ва қулай бўлганидан кўпроқ ишлатилади (НЗ нивелири ҳам шу типга кириди). Нивелир бўлаклари 65-шаклда кўрсатилган. Нивелир труба ички фокусланадиган, объектив ва окуляр линзаларидан ташқари, объективли тирсакда фокуслаш линзаси ҳам бўлиб, у объективли тирсакдаги махсус винт 10 (трибка) орқали ҳаракат қилади. Нивелирда доиравий ва цилиндрик адилаklar бўлиб, доиравий адилак (5) асбобнинг юқори қисмига ўрнатишга, таг томонида тузаткич винтлари бўлиб, адилак труба билан бирга айланади, шу адилак орқали труба тахминий горизонтал вазиятга келтирилади. Цилиндрик адилак трубанинг ён томонига ўрнатишга (11); унинг пуфакчасининг ҳолати призмалар системаси орқали икки ярим палла кўринишида труба кўриш майдонида рейканинг чап ёнида рейка билан бирга кўринади; бу ҳол саноқ олишда адилак тўғри турганини билишга имкон беради. Окулярнинг ўнг томонида унга яқин қилиб тагликда элевацон винт (6) ўрнатишга; бу цилиндрик адилакни вертикал текислик бўйича ҳаракат қилишига имкон беради; бу винт билан пуфакчалар ярим палласи бирлаштирилади ва адилак аниқ горизонтал вазиятга келтирилади. Асбоб нарсага мўлжал (12) ва мушка (13) орқали тахминий қаралади ва маҳкамловчи винт (14) билан маҳкамлангач, микрометрик винт (15) билан аниқ қара-



65-шакл. НВ-1 нивелири:

■ — умумий кўриниш, 1 — доғер; 2 — кўтар-
гич винт; 3 — пружиналовчи пластинка; 4 —
нивелирнинг вертикал айланиш ўқи агулкаси;
5 — доиравий адилак; 6 — адилакнинг элева-
цион винти; 7 — кўриш труба; 8 — окуляр;
9 — объектив; 10 — кремальера; 11 — контакт
цилиндрик адилак корпуси; 12 — нишон; 13
— мушка; 14 — трубанинг маҳкамлаш винти,
15 — трубанинг микрометрик винти; 16 —
шгатов усти; 6 — трубанинг кўриш майдони
(саноқ 1765).

тилади. Окулярнинг чап томонида цилиндрик адилак корпусида адилак тузатгич винтлари бўлиб, у махсус пластинка билан беркитилган, бу тузатгич винтлар воситасида адилак тузатилади. Нивелирлашда адилак ярим паллалари элевацион винт билан бирлаштирилиб, санок трубада кўринган рейканинг юқорисидан пастга томон ҳисобланиб, тўрининг ўрта ипидан олинади. 65-шаклнинг ўнг томонида трубадан кўриш майдони тасвирланган бўлиб, рейка саногини 1766 мм.

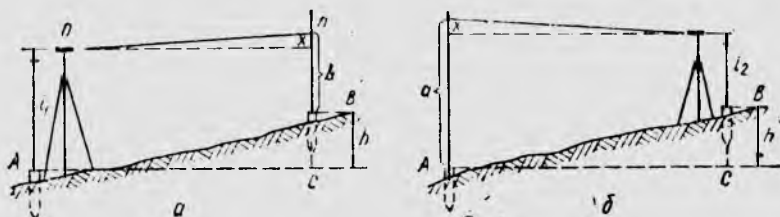
Нивелирнинг текшириш. Асбоб бўлақларининг бир-бирига бўлган математикавий муносабатларининг бажарилишини текшириб кўриш *нивелирнинг текшириш* дейилади; математикавий шартлар бажарилмай, уни винтлар орқали тузатишга *юстировка* деб аталади. НВ-1 нивелирни қуйидаги шартлар бўйича текширилади.

1. Доиравий адилак ўқи нивелирнинг айланиш ўқиға параллел бўлиши керак. Бунни текшириш учун урта кўтаргич винт буралиб, пуфакча адилак марказидаги доирача ўртасига келтирилади, кейин у 180° айлантирилади. Агар пуфакча доирача марказидан четга чиқмаса, шарт бажарилган бўлади, акс ҳолда адилак тагидаги тузатгич винтлар воситасида пуфакча марказдан сурилганининг ярми қадар сурилади. НГ да уч кўтаргич винт билан горизонтал ҳолатга келтирилади.

2. Иплар тўрининг горизонтал ипи нивелирнинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Текшириш учун горизонтал ипнинг бир учи 40—50 м масофадаги қўзғалмас нуқтага қаратилиб, труба ўнг ёки чапга микрометрик винт воситасида сурилади; агар шунда ип қаратилган нуқтадан силжимаса, шарт бажарилган бўлади, акс ҳолда трубанинг окуляр қисми уч винтни бўшатиб олинади-да, тўр ҳалқасини трубада тутиб турувчи винтларни бўшатиб ёнидаги бўшлиқда тўрни бураш орқали тузатилади. Бу шарт, кўпинча, завод гарантия берганлигидан текширилмайди. НГ да тўрни бураб тўғриланади.

3. Кўриш ўқи ва цилиндрик адилак ўқи параллел текисликда ётиши керак. Шартни текшириш учун доиравий адилак воситасида асбоб горизонтал вазиятга келтирилади. Кейин труба (объектив) битта кўтаргич винт устига қўйилиб, элевацион винт буралади-да, адилак пуфакчалари бирлаштирилади ва 70 м масофадаги рейкадан санок олинади. Кейин икки ёндаги кўтаргич винтлар буралиб, санок ўзгартирилмай асбоб ўнг томонга бир оз қийшайтирилади-да, адилакнинг ярим паллалари кузатилади. Сўнгра яна илгариги вазиятга келтириб, санок текширилади. Шундан кейин ўша кўтаргич винтлар ёрдамида санок ўзгартирилмай асбоб чапга қийшайтирилади; агар бунда адилакнинг ярим паллалари бирлашиб турса ёки бир томонга қочса, шарт бажарилган бўлади, акс ҳолда махсус пластинка сурилиб, ён томондаги иккита тузатгич винт ёрдамида тузатилади. Бу шарт бажарилмаганда ҳам нивелирлашга зарар келмайди, чунки асбоб заводда етарли даражада аниқ қилиб ясалган бўлади.

4. Кўриш ўқи цилиндрик адилак ўқиға параллел бўлиши керак. Бу нивелирнинг энг зарур шарти бўлиб, бу шарт олдинга нивелирлаш усулида икки томондан нивелирлаш йўли билан текширилади. Асбоб А нуқтага (66-шакл, а) ўрнатилиб, горизонтал вазиятга келтирилгач, асбобнинг баландлиги i_1 ўлчанади, кейин 50 — 60 м масо-



66- шакл.

фадаги B нуқтага ўрнатилган рейкадан b санок олинади. Агар кўриш ўқи адилак ўқига параллел бўлмаса, кўриш нури горизонтал йўналишда кетмай (пунктир чизик) on чизик бўйлаб кетади-да, санокни x қадар оширади, шунда нисбий баландлик қуйидагича бўлади:

$$h = i_1 - (b - x). \quad (a)$$

Кейин нивелир B га кўчирилиб, горизонтал вазиятга келтирилгач, асбобнинг баландлиги i_2 ўлчанади ва A даги рейкадан a санок олинади (66-шакл, б). Шунда

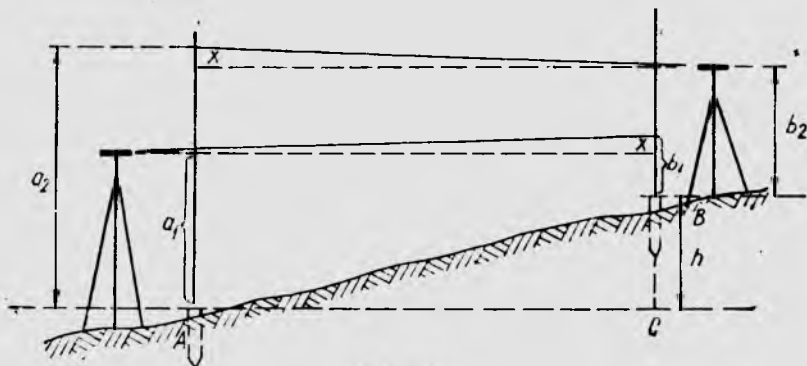
$$h = a - x - i_2 \quad (6)$$

бўлади.

Агар (a) дан (6) айирилса, параллелмаслик хатоси x нинг қиймати чиқади:

$$x = \frac{a + b}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2} \quad (VI.5)$$

Агар $x < 4$ мм бўлса, хато йўл қўярли ҳисобланади, акс ҳолда асбоб қуйидагича тузатилади: аввал $n' = a - x$ бўйича тўғри санок қиймати топилади, кейин элевацион винт ёрдамида тўғри санок илми n' санокқа тўғриланади. Шунда адилак пуфакчасининг ярим паллалари бир-биридан ажралади. Бунни тузатиш учун пластинка сурилиб, адилакнинг вертикал тузатгич винтлари бураладида, ади-



67- шакл.

лакнинг ярим паллалари бирлаштирилади. Асбобнинг тузалганига ишонч ҳосил қилиш учун текшириш такрорланади.

НВ = 1 нивелирининг 4-шартини (VI.5) формула ёрдамида аниқлашда асбобнинг баландлиги i ни етарли даражада аниқ ўлчаш мумкин бўлмаганлигидан x нинг қийматида бир қадар хато бўлади. Шунга кўра, қуйидагича текшириш қулай. Бир-биридан 70 м масофада A ва B нуқта олиниб, улар қозىқлар билан белгиланади. A дан 3—4 м олдинга (67-шакл) нивелир ўрнатилиб горизонтал вазиятга келтирилгач, A ва B нуқталарга қуйилган рейкалардан a_1 ва b_1 саноклар олинади. Бунда ҳам параллел бўлмаслик хатоси x таъсир этади, шунга кўра,

$$h = a_1 - (b_1 - x) \quad (a)$$

бўлади. Кейин нивелир B дан 3—4 м нарига ўрнатилади-да, горизонтал вазиятга келтирилиб A ва B даги рейкалардан a_2 ва b_2 саноклар олинади. Шунда

$$h = a_2 - x - b_2 \quad (б)$$

бўлади; (а) дан (б) айирилса,

$$x = \frac{a_2 - a_1}{2} - \frac{b_2 - b_1}{2} \quad (VI.6)$$

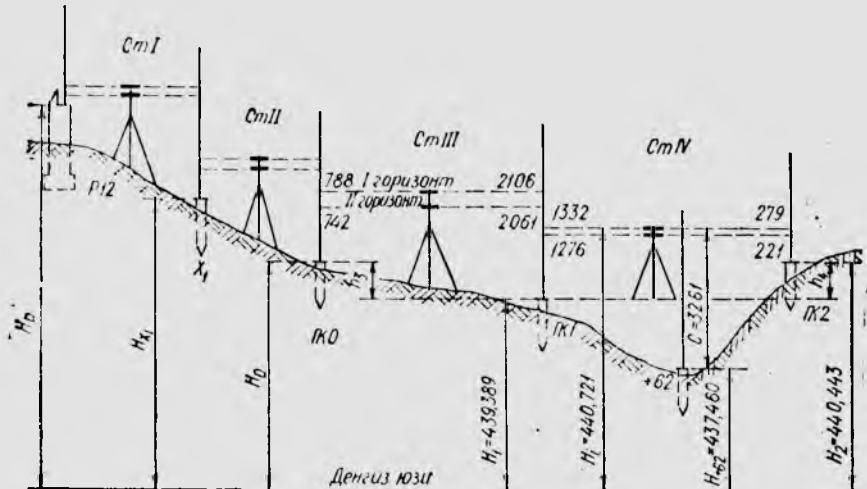
бўлади. x нинг қиймати ± 4 мм дан катта бўлса, $a = a_2 - x$ ни ҳисоблаб, труба шу санокқа элевацион винт ёрдамида тўғрилинадил, кейин адилакнинг паллалари вертикал тузаткич винт воситасида бирлаштирилади. НГ да тўртинчи суриб тўғрилинадил.

Ўзи ўрнашувчи нивелирлар. Кейинги вақтларда совет ва демократик республикаларнинг геодезик олимлари ноқулай шароитда (батқоқликларда) ишлатишга мўлжалланган, горизонтал вазиятга ўз-ўзидан келадиغان нивелирлар яратдилар; бу нивелирларда компенсатор номли алоҳида мослама бўлиб, у кўриш ўқини горизонтал вазиятга автоматик равишда келтиради ёки кўриш ўқининг горизонтал бўлмаслигидан келадиغان хатони едириб юборади. Масалан, НС = 2, НС = 3, НСМ = 2А каби нивелирлар билан асбобнинг айланиш ўқи (вертикал ўқ) $\pm 1,5^\circ - 10^\circ$ гача отганда ҳам ишлаш мумкин.

Кўриш нури қия бўлган нивелир (НЛ = 3) билан горизонтал ва қия кўриш нурулари ёрдамида нисбий баландликни аниқлаш мумкин. Нивелир трубасидаги оптикавий автоматик қурилма ёрдамида бир станциядан қия нур орқали 15 м гача бўлган нисбий баландликни аниқласа бўлади.

47- §. Геометрик нивелирлашни бажариш

Инженерлик-қурилиш ишларида қуриладиган иншоот тури ва унинг талабига қараб, геометрик нивелирлаш, асосан, бўйлама, кўндаланг ва юза нивелирлашга бўлинади. Бўйлама нивелирлаш йўл, канал каби чизигий иншоотлар йўналишини белгиловчи асосий ўқ



68- шакл.

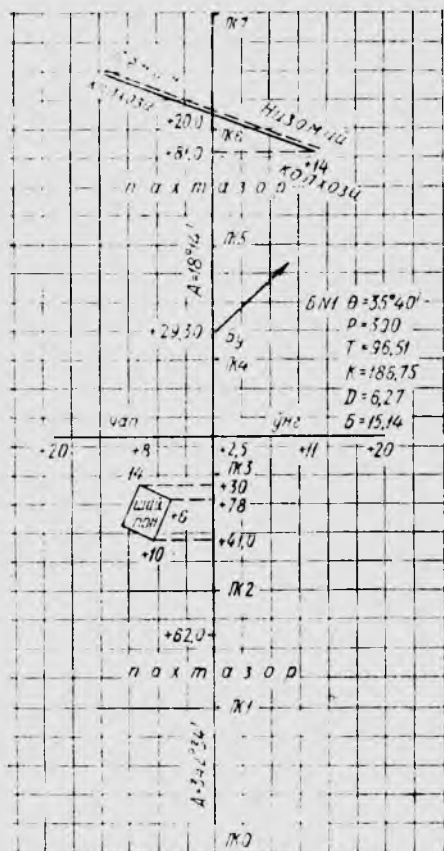
чиқиқда олиб борилади, кўндаланг нивелирлаш иши эса ўқ чиқиқнинг ён томонларида маълум кенгликда жойнинг характерли нуқталари баланд-пастлигини аниқлаш учун бажарилади. Узунасига ўтказиладиган бундай иншоот ўрни *трасса* дейилади. Одатда, трассада бўйлама ва кўндаланг нивелирлаш бир вақтнинг ўзида олиб борилади.

Бўйлама нивелирлаш. Нивелирлаш ишини бажаришда олдин жойни нивелирлашга тайёрлаш керак. Бунинг учун ўқ чиқиқ бўйича пикетлаш ишлари олиб борилади. Нивелирланадиган масофа жойда ўлчаниб маълум масофачаларга бўлиниб нивелирланиши керак бўлган нуқталар ўрнини қозиқлар билан белгилаш *пикетлаш* дейилади.

Пикетлашда нуқталар иккига: пикет ва плюс нуқталарга бўлинади (68-шакл).

Ҳар 100 м масофани белгилаш нуқталари пикет дейилади. Пикет номерини кўрсатишда шу пикет номери олдида «пикет» сўзидан қисқартириб олинган ПК белгиси қўйилади (масалан, ПК2). Пикетлар номери 0 дан бошланади. Трассанинг бош нуқтаси ПК0 деб белгиланади.

Ҳар қайси пикет оралигидаги жойнинг баландлигига кўра олинган характерли нуқталари плюс нуқталар (плюсовка) дейилади. Бу нуқталар ўрни олдинги пикетга нисбатан неча м узоқда туриши билан аниқланади ва бу масофани кўрсатувчи сон шу пикет номери давомига + (плюс) ишораси билан ёзилади. Масалан, бирор нуқта пикет 1 дан 62,00 м узоқда турган бўлса, бу нуқта ўрни $ПК1 + 62,00$ м шаклида белгиланади. Пикет ва плюс нуқталарга иккита қозиқ қўйилади. Бири нуқта дейилиб, ердан 1,5—2 см чиқарилади; иккин-



69- шакл.

чиси ердан 10 см чиқарилиб
қоқилади. Бу қозиққа пикет
номери ва плюс ўрни ёзилади.
Бу — *коровул қозиқ* дейилади.

Пикетлаш вақтида ўқ чизиқ йўналиши пикетлаш дафтарчаси (миллиметрли қозғондан ясалган дафтарча) бетининг ўртасидан бўйламасига чизилган чизиқ билан тасвирланади, пикет ва плюс нуқталар ўрни масштаб бўйича шу чизиққа қўйилади ва қийматлари ёзилади. Бошқа ўлчан натижалари ҳам шу чизиққа нисбатан кўрсатилади (69-шакл). 69-шаклда пикетлаш дафтарчасининг бир қисми келтирилган. Ҳар каттак 25 м га тенг қилиб олинган. ПКЗ+30,0 даги кўндаланг нивелирлашда юқоридаги масштаб сақланмаган. Шийпон перпендикуляр усули билан съёмка қилинган. Дафтарчадаги съёмка материаллари нивелирлашда (нуқталар) ва профил чизишда керак бўлади.

Трасса пикетаб чиқилган-
дан кейин нивелирлаш бош-
ланади. 68-шаклда 12-репер-
дан бошлаб ІІК2 гача бир
томонли рейка билан икки

горизонтда инвелирлаш, богловчи ва оралиқ нуқталардан саноқ олиш ва нуқта оғметкалари тўла кўрсатилган.

Нивелирлашда нуқталар иккига; боғловчи ва оралиқ нуқталарга бўлинади. Мураккаб нивелирлашда бир нуқтага икки станциядан туриб кетинги ва олдинги саноқлар олинса, яъни нуқта икки қўш-ини станция учун умумий бўлса, бу нуқта *боғловчи нуқта* дейилади. 68-шаклда X_1 , ПК0, ПК1, ПК2 нуқталар. Агар нуқтага бир станциядан бир горизонтда қараб бир саноқ олинса, бу нуқта *оралиқ нуқта* дейилади (68-шаклда + 62,00 нуқта). Агар икки нуқта орасидаги нисбий баландлик катта ва жой бир хил нишабда бўлса, нивелирлаш учун шу нуқталар орасида ихтиёрий бир ёки бир неча нуқта олинади ва унинг ёки уларнинг пикет ўрни аниқланмайди. Булар X (*иқ.*) *нуқталар* дейилади (68-шаклда 12-репер билан ПК0 орасида X_1 олинган).

х нуқталардан станцияларни боғлаш учун боғловчи нуқта сифа-

тида фойдаланилади, улар профилда кўрсатилмайди. Геометрик нивелирлаш натижалари махсус журналга ёзилиб тўғрилиги ҳам бир йўла текшириб борилади. Бўйлама нивелирлаш ишлари қуйидагича олиб борилади. Асбоб икки боғловчи нуқтанинг қоқ ўртасига ўрнатилиб, горизонтал вазиятга келтирилгач, орқадаги ва олдиндаги рейкалардан a_1 ва b_1 саноқлар олинади-да, журналдаги кетинги ва олдинги саноқ деган графаларга ёзилади. Мисол тариқасида бир станциядаги ишни кўриб чиқайлик. Масалан, IV станцияда асбоб ПК1 билан ПК2 орасига, иккала нуқта кўринадиган четроқ жойга ўрнатилган, орқа нутқа ПК 1 дан кетинги саноқ $a_1 = 1276$ мм, олдинги нутқа ПК2 дан олдинги саноқ $b_1 = 221$ мм олиниб журналга ёзилган. Бу 1-горизонт саноқлари бўлади. Кейин асбобнинг туриши ўзгартирилиб (уни кўтариб ёки пастлатиб) яна горизонтал вазиятга келтирилади. Бу 2-горизонтда яна кетинги саноқ $a_2 = 1332$ мм ва олдинги саноқ $b_2 = 279$ мм олинади. Саноқларнинг тўғрилиги қуйидагича текширилади: $a_2 - a_1 = b_2 - b_1$ бўлиши ёки айирмалар фарқи $x = (a_2 - a_1) - (b_2 - b_1) \pm 3$ мм дан ошмаслиги керак. Мисолда $a_2 - a_1 = 56$ мм, $b_2 - b_1 = 58$ мм, хато $x = 2$ мм бўлиб, бу йўл қўярли хатодир. Бу ерда 1 ва 2 пикетлар боғловчи нуқталар бўлади. Энди пикет 1 даги рейкачи рейкани $+62,00$ нуқтага қўяди. Бундан асбобнинг иккинчи горизонтида битта саноқ 3261 мм олинади, бу саноқ *оралиқ саноқ* деб нутқа эса *оралиқ нуқта* деб аталади. Оралиқ саноқ ҳам оралиқ графасига нуқта қаторига ёзилади. Нивелирлаш шу тартибда охириги нуқтагача (7 маркагача) давом этади (16-журнал). 12-репер билан ПК0 оралиги узоқ ва тик бўлиб, нисбий баландлиги ҳам катта бўлганидан ПК0 отметкасини 12-репер отметкаси орқали ҳисоблаш учун ёрдамчи x_1 нуқта олинган. Худди шунга ўхшаш ПК5 билан ПК6 оралиги ҳам бир нишабликда тик бўлганидан x_2 орқали ПК5 отметкаси ПК6 га берилган. Бу ҳолини ПК13 ва ПК14 орасида ҳам кўриш мумкин. Охирида ПК20 x_3 орқали 7 маркага боғланган. Бу ерда 12-репер билан ПК0 орасидаги ва ПК20 билан 7 марка орасидаги нивелирлаш *боғлаш йўли* дейилади. Репер ва маркага боғлаш нивелирлашни текширишда қўлланилади. Нивелирлашда ҳамма вақт пикет нуқталари боғловчи нуқта бўлавермайди; жой шароитига қараб, плюсовка (қўшилма) боғловча нуқта, пикет эса оралиқ нуқта бўлиши мумкин. Масалан, ПК7 билан ПК6 орасидаги $+40$ боғловчи ПК8 эса оралиқ нуқта бўлган. Умуман, нивелирлаш натижалари икки мақсадда: а) станцияларда рейкалардан олинган саноқларнинг тўғрилигини билиш ва б) нивелирлаш йўли натижаларининг тўғрилигини аниқлаш мақсадларида текширилади.

Олинган саноқларнинг тўғрилиги қуйидаги усуллар билан текширилади.

1. Икки томонлама рейка ишлатили; бунда кетинги ва олдинги нуқталарга қўйилган рейкаларнинг қора ва қизил томонларидан асбобнинг бир горизонтида олинган қизил ва қора саноқлар айирмалари бир-бирига тенг бўлиши ёки уларнинг фарқи ± 4 мм дан катта бўлмаслиги керак.

2. Бир томонлама рейка ишлатинг; бунда кетинги ва олдинги рейкалардан асбобнинг икки горизонтида саноқлар олинади; кетинги рейкадан икки горизонтда олинган саноқлар айирмаси ва олдинги рейкадан икки горизонтда олинган саноқлар айирмаси бир-бирига тенг бўлиши ёки уларнинг фарқи ± 4 мм дан катта бўлмаслиги керак.

Нивелирлаш йўли натижаларининг тўғрилиги қуйидаги тўртта усулнинг бири билан текширилади.

1. Репердан реперга нивелирлаш. Бунда нивелирлаш бирор (бош) репердан бошланиб, иккинчи (охирги) реперда тугайди. (Мисолимизда 12- репердан бошланиб, 7- марка билан тугаган.) Бунда нивелирлаш йўлидаги нисбий баландликлар йиғиндиси $\sum h$ охирги ва бошдаги реперлар отметкаларининг айирмасига тенг бўлиши керак:

$$\sum h = H_0 - H_6 \quad (\text{VI. 7})$$

ёки нивелирлаш хатоси:

$$f_h = \sum h - (H_0 - H_6) \quad (\text{VI. 7a})$$

бўлади, бунда H_0 ; H_6 — охирги ва бошдаги реперлар отметкаси.

2. Тўғри ва тескари йўналиш бўйича нивелирлаш. Жойда репер бўлмаган тақдирда бу усул қўлланилади. Бунда трасса бош нуқтадан бошланиб, охирги нуқтагача нивелирланади, бундай нивелирлаш *тўғри йўл* дейилади. Сўнгра шу трасса охирги нуқтадан бош нуқтага томон тескари юриб нивелирланади, нивелирлашда *тескари йўл* дейилади.

Бу усул билан нивелирланганда тўғри йўл бўйича топилган нисбий баландликлар йиғиндиси тескари йўлдаги нисбий баландликлар йиғиндисининг тескари ишора билан олинган қийматига тенг бўлиши керак:

$$\sum h_{\text{тўғри}} = - \sum h_{\text{тескари}} \quad (\text{VI. 8})$$

ёки нивелирлаш хатоси

$$f_h = \sum h_{\text{тўғри}} + \sum h_{\text{тескари}} \quad (\text{VI. 8a})$$

бўлади, бунда $\sum h_{\text{тўғри}}$, $\sum h_{\text{тескари}}$ — тўғри ва тескари нивелирлаш йўлларидаги нисбий баландликлар йиғиндиси.

3. Икки нивелир билан нивелирлаш. Бунда нивелирлаш ишини иккита нивелирловчи икки нивелир билан кетма-кет юриб бажаради. Иккала нивелирловчи аниқлаган нисбий баландликларнинг йиғиндиси ўзаро тенг бўлиши керак:

$$\sum h_1 = \sum h_2 \quad (\text{VI. 9})$$

ёки нивелирлаш хатоси

$$f_h = \sum h_2 - \sum h_1 \quad (\text{VI. 9a})$$

бўлади, бунда $\sum h_1$, $\sum h_2$ — биринчи ва иккинчи нивелирловчи аниқланган нивелирлаш йўлидаги нисбий баландликлар йиғиндиси.

4. Ёпиқ йўл бўйича нивелирлаш. Бунда нивелирлаш иши бирор нуқтадан бошланади. Беришган йўл бўйича айланиб нивелирланади-да, яна қайтиб шу нуқтада тугатилади. Бунда нисбий баландликлар йиғиндиси нолга тенг бўлиши керак:

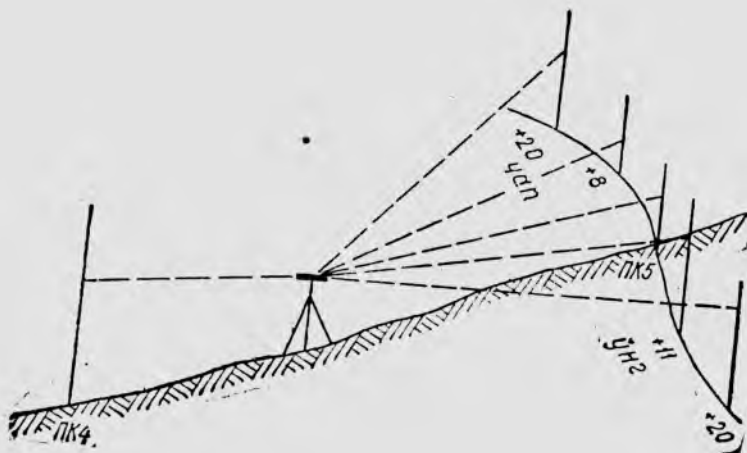
$$\sum h = 0 \quad (\text{VI. } 10)$$

ёки нивелирлаш хатоси

$$f_h = \sum h \quad (\text{VI. } 10a)$$

бўлади. Нивелирлаш йўли хатоси f_h нивелирлаш классига қараб, турли чегарада бўлади. III классда $f_h \leq \pm 10 \sqrt{L}$ мм, IV классда $f_h \leq \pm 20 \sqrt{L}$ мм техникавий нивелирлашда эса $f_h \leq \pm 30 \sqrt{L}$ мм ёки $f_h \leq \pm 50 \sqrt{L}$ мм бўлиши мумкин. Бу ерда L —йўл узунлиги, км.

Кўндаланг нивелирлаш. Йўл ва канал, катта-кичиклигига қараб, маълум кенликда қурилади. Шунга кўра, пикетлашда трасса ўқ чизиғининг икки ёнидан 20—50 метргача бўлган жойи ситуацияси ва рельефи съёмка қилинади, баландлик бўйича характерли нуқталар ўрни ўқ чизиққа чиқарилган перпендикулярга нисбатан аниқланади ва нивелирланади. Бу перпендикуляр чизиқлар *кўндаланг чизиқлар* деб, буларни нивелирлаш эса *кўндаланг нивелирлаш* деб аталади. Кўндаланг чизиқ нуқталарга, плюсовка нуқталар каби иккинчи горизонтда қараб саноқ олинади. Масалан, ПК 3 + 30,0 да 1 кўндаланг чизиқ олинди, ўқ чизиқнинг ўнг томонидан 2,50; 11 ва 20 м чапдан 8 ва 20 м даги характерли нуқталарга қараб саноқлар олинган ва журналнинг оралик саноқ графасига ёзилган. Кўндаланг нивелирлаш 70-шаклда кўрсатилган.



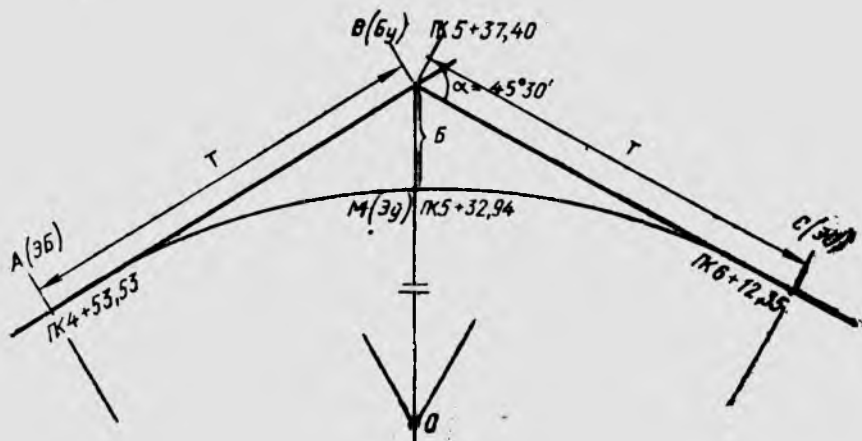
70-шакл.

48- §. Эгри чизиклар ва уларни режалаш

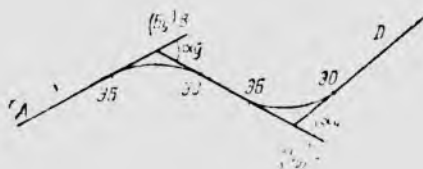
Йўл, канал каби чизигий иншоотлар ҳамма вақт бир йўналишда тўғри кетмай, балки жой шаронти ва бошқа сабабларга биноан, маълум бурилиш бурчаги θ бўйича ўнгга (θ_p) ёки чапга (θ_c) бурилади (71- шакл). Шў жойларда қуриладиган йўл, канал ҳам тўғри чизик бўйича эмас, балки эгри чизик бўйича қурилади. Эгри чизиклар бурилиш бурчагининг қиймати ва техника талабларига мос бўлишини кўзлаб, турли радиус ва усулда ўтказилиши олдиндан белгиланади (лойиҳаланади). Бурилишларда қуриладиган йўл ва канал лойиҳа чизигини жойга кўчиришда бажариладиган геодезик ўлчаш ишларининг мажмуи *эгри чизикни режалаш* дейилади.

Қуриладиган иншоотнинг турига қараб, эгри чизик икки турда ўтказилади: доиравий эгри чизик ва ўтиш эгри чизиги. Темир йўл ишларида кўпроқ ўтиш эгри чизигидан фойдаланилади. Эгри чизик икки босқичда режаланади: а) эгри чизикни бош нуқталарда режалаш; б) эгри чизикни мукамал режалаш.

Доиравий эгри чизикнинг бош нуқталари. Трассанинг бурилиш нуқтаси бурчак учи (БУ), эгри чизикнинг бошланиш



72- шакл.



71- шакл.

нуқтаси (А), эгри чизикнинг боши (ЭБ), эгри чизикнинг охири нуқтаси (С), эгри чизик охири (ЭО) ва ўрта нуқтаси м—(ЭУ) деб номланиб, бу нуқталар эгри чизикнинг бош нуқталари дейилади (72- шакл). Бу нуқталар ўрнини жойда белгилаш учун бурилиш бурчаги ўлчанган, эгри чизик ра-

диуси R нинг қиймати эса жой шаронти, иншоот тури ва бурилиш бурчагининг қийматига қараб, берилган бўлиши керак.

Бурилиш бурчагини ўлчаш. Бурчак тўлиқ приём усули билан ўлчанади. Лекин катта аниқлик талаб қилинмаганда бурилиш бурчаги учинчи B га теодолит ўрнатилиб I верньер ноли лимб нолига тўғриланади-да, алидада маҳкамланади. Лимб бўшатилиб, труба бош йўналишдаги A нуқтага қаратилади ва лимб маҳкамланади. Кейин труба зенит орқали айлантрилиб, алидада бўшатилади ва труба бурилишидан кейинги йўналишдаги C нуқтага қаратилади-да алидада маҳкамланади (72- шакл). Трубанинг шу туришида I верньердан олинган саноқ ўнг бурилиш бурчаги θ бўлади. Агар бурилиш чапга бўлса (масалан, C нуқтасидаги каби), бурилиш бурчагининг қиймати I верньердан олинган саноқнинг 360 дан айрилганига тенг бўлади.

Эгри чизик элементларини ҳисоблаш формуллари. Эгри чизик бош нуқталарини белгилаш учун унинг қуйидаги элементлари маълум бўлиши керак. 72- шаклда $AB=BC=T$ —эгри чизик тангенци, $AO=MO=CO=R$ —эгри чизик радиуси. ABO учбурчакликдан $AB=R \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$ ёки

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \quad (\text{VI.11})$$

$BM=B$ —эгри чизикнинг биссектрисаси. $У$ қуйидагича топилади:

$$B = R \left(\sec \frac{\theta}{2} - 1 \right) \quad (\text{VI.12})$$

$AMC=K$ —эгри чизикнинг узунлиги бўлиб, қуйидагича топилади:

$$K = \frac{\pi R}{180} \theta \quad \text{ёки} \quad K = \frac{R}{\rho} \cdot \theta \quad (\text{VI.13})$$

Пикетлаш саниқ чизик $ABC=2T$ орқали бажарилади, аммо йўл $AMC=K$ эгри чизик бўйича қурилади. $2T$ билан K орасидаги айирма *домер* дейилади ва D билан белгиланади:

$$D = 2T - K \quad (\text{VI.14})$$

T , B , K ва D лар эгри чизикнинг *асосий элементлари* дейилади.

Эгри чизик элементларини ҳисоблаш. R ва θ қийматлари бўйича асосий элементлар қийматини юқоридаги формулалар ёрдамида ҳисоблаш мумкин, лекин амалий ишларда жадвал¹ ёрдамида ҳисобланади. Жадваллардан фойдаланиш қоидалари жадвал аввалида берилган бўлади. Агар жадвалда керакли радиус ва бурчак

¹ Ганьшин В. Н., Хрепов Л. С. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых. Киев. 1971.

қиймати бўлса, элементлар қиймати ҳеч қандай ҳисобсиз олинади. Агар радиус ва бурчак қиймати бўлмаса, интерполяция йўли билан топилади.

Мисол. $R=200$ м, $\theta=35^{\circ}20'$ бўлганда жадвал бўйича $T=83,70$ м, $K=123,34$ м, $D=4,06$ м ва $B=9,90$ м бўлади.

Агар берилган бурчак ва радиус жадвалда бўлмаса, элементлар қиймати $R=1000$ м учун топилади ($R=1000$ бўлганда ҳамма бурчак учун элементлар қиймати берилган бўлади). Кейин топилган қийматлар $0,001 R$ га кўпайтирилади. Масалан, $R=300$ бўлса, $0,3$ га, $R=400$ бўлса, $0,4$ га кўпайтирилади.

Эгри чизиқ бош нуқталарининг ўрнини белгилаш (режалаш). Бош нуқталарни режалаш учун бурчак учи B дан икки томонга BA ва BC лар йўналиши бўйича лента билан T қиймати ($83,70$ м) ўлчаб қўйилади (72-шакл). шунда эгри чизиқ боши ($ЭБ$) ва эгри чизиқ охири ($ЭО$) топиладиган бўлади. Бу нуқталарга қозиқ қоқилиб, номи ёзилади. Кейин алидада бўшатилиб, бурилиш ўнгга бўлса, I верньер $\frac{\theta + 180^{\circ}}{2}$ га, агар чапга бўлса, $180^{\circ} - \frac{180^{\circ} - \theta}{2}$ сановига тўғриланади.

Шу вақт биссектриса йўналиши BM топилади. Кейин B нуқтадан BM йўналиши бўйича B қиймати ($9,90$ м) ўлчаб қўйилса, эгри чизиқнинг ўрта нуқтаси M ($ЭЎ$) топилади ва қозиқ қоқилади. Бу билан эгри чизиқни бош нуқталарда режалаш тугайди.

Бош нуқталарнинг пикет ўрнини ҳисоблаш. Траса ўқ чизигини пикетлашда бурилиш бурчаги учининг пикет ўрни маълум бўлиб, бу бўйича $ЭБ$, $ЭО$ ва $ЭЎ$ нуқталарининг пикет ўринлари ҳисобланади. Агар нуқталарининг пикет ўринларини шартли равишда ПК деб белгиласак, бурчак учининг пикет ўрни— $БУ_{пк}$, эгри чизиқ бошининг пикет ўрни $ЭБ_{пк}$, охириники— $ЭО_{пк}$, ва ўрта нуқтаники— $ЭЎ_{пк}$ шаклида ёзилади. 72-шаклга биноан қуйидагича ёзиш мумкин:

$$ЭБ_{пк} = БУ_{пк} - T, \quad (VI.15)$$

$$ЭО_{пк} = ЭБ_{пк} + K, \quad (VI.16)$$

$$ЭО_{пк} = БУ_{пк} + T - D, \quad (VI.17)$$

$$ЭЎ_{пк} = ЭБ_{пк} + 0,5 K \quad (VI.18)$$

$$ЭЎ_{пк} = БУ_{пк} - 0,5 D. \quad (VI.19)$$

Бу ердаги (VI.17) ва (VI.19) формулалар — текшириш формулалари.

Мисол. $R=300$ м, $\theta=25^{\circ}16'$ бўлганда жадвал бўйича $T=67,24$ м, $K=132,30$ м, $D=2,19$ м, $B=7,44$ м. Агар бурчак учининг пикет ўрни $БУ_{пк}=4+27,80$ бўлса, эгри чизиқ бош нуқталарининг пикет ўринлари қуйидагича бўлади:

(VI.15) кўра,

$$БУ_{пк} = 4 + 27,80$$

—

$$\frac{T = 67,24}{ЭБ_{пк} = 3 + 60,56} \cdot$$

яъни эгри чизик бошининг пикет ўрни $3+60.56$ да бўлади. Эгри чизик охиригининг пикет ўрни (VI.16) га биноан,

$$\begin{aligned} \text{ЭБпк} &= 3+60.56 \\ + \\ K &= 1+32.30 \\ \hline \text{ЭОпк} &= 4+92.86 \end{aligned}$$

бўлади. Бу (VI.17) асосида текширилади:

$$\begin{aligned} \text{БЭпк} &= 4+27.80 \\ + \\ \frac{T}{\text{БЭпк} + T} &= \frac{67.24}{4+95.04} \\ - \\ \frac{D}{\text{ЭОпк}} &= \frac{2.19}{4+92.85} \end{aligned}$$

ЭОпк қийматидаги 1 см фарқ яхлитлаш хатоси бўлиб, 2 см гача йўл қўйилади.

Эгри чизик ўрта нуқтасининг пикет ўрни (VI.18) асосида ҳисобланади:

$$\begin{aligned} \text{ЭБпк} &= 3+60.56 \\ + \\ 0.5 K &= 66.15 \\ \hline \text{ЭЭпк} &= 4+26.71 \end{aligned}$$

Бу қийматлар (VI.19) ёрдамида текширилади:

$$\begin{aligned} \text{БЭпк} &= 4+27.80 \\ - 0.5 \text{ЭЭпк} &= 0.1095 \\ \hline \text{ЭЭпк} &= 4+26.705 \end{aligned}$$

ёки яхлитланса, $4+26.70$ бўлади.

Эгри чизик ҳар 10 ёки 20 метрда режаланади, режалашнинг бу усули инженерлик геодезияси масалаларини ечиш бўлимида кўриб чиқилади.

49- §. Нивелирлашнинг камерал ишлари

Нивелирлаш усулига қараб, нивелирлашнинг камерал ишлари турлича олиб борилади. Ишлаш тартиби билан танишиш учун топшириқ сифатида бериладиган бирор мисол (4- топшириқ) ни текшириб кўрайлик.

Мисол (4- топшириқ)да нивелирлаш 12- репердан бошланган (2- журнал, 16- жадвал).

Трасса бош чизигининг дирекцион бурчаги $\alpha_0 = 342^\circ 34'$; трассадаги бурилиш бурчаклари: а) биринчи бурчак ПК 4+29.30 да бурилиш ўнгга, бурчак қиймати $\theta_1 = 35^\circ 40'$, эгри чизик радиуси $R_1 = 300$ м; б) иккинчи бурчак ПК 11+69.16 да бурилиш чапга, бурчак қиймати $\theta_2 = 40^\circ 30'$, эгри чизик радиуси $R_2 = 400$ м.

Бош репер отметкаси $H_0 = 443.656$ м; охириги репер (марка) отметкаси $H_n = 439.702$ м.

Берилган маълумотларга кўра, 4- топишириқдаги профилни чизиш учун аввало нивелирлаш журнали тўлдирилади.

Нивелирлаш журналинини тўлдириш. Журнал қуйидаги тартибда тўлдирилади (16- жадвал).

1. Ҳар қайси бетдаги кетинги (a) ва олдинги (b) саноқлар йиғиндиси ($\sum a$ ва $\sum b$) аниқлаб олинади ва бет тагига чизилган чизиқ остига ёзилади (олинган мисолга кўра, биринчи бетда $\sum a = 12270$, $\sum b = 33145$). Йиғиндилар айирмаси ($\sum a - \sum b$) топилади ва ўрта-роққа ёзилади. Мисолда: 20875.

2. Кетинги ва олдинги саноқларнинг ўрта арифметик қиймати топилиб, 6 ва 7-графаларга (боғловчи нуқта қаторига) ёзилади. Масалан, $\frac{418 + 462}{2} = 440$.

3. Кетинги ва ўртача саноқлар йиғиндиси ($\sum a_s$ ва $\sum b_s$) аниқланиб, ҳар беттагига (ўз графасига) ёзилади. Йиғиндилар айирмаси ҳам 6 ва 7- графалар тагига ёзилади; масалан, $\frac{6135 - 165725_s}{-104375}$.

Бу айирма 3 ва 5- графалар йиғиндиси айирмасидан икки марта кичик бўлиши керак:

$$\sum a_s - \sum b_s = \frac{\sum a - \sum b}{2}$$

мисолда: $\frac{-20875}{2} = -10437_s$.

Ҳар қайси бетни шу тартибда текшириш *бетма-бет текшириш* дейилади.

4. Кейинги 8 ва 9- графаларга нисбий баландлик h қиймати ёзилади. Нисбий баландлик қуйидагича аниқланади:

$$h = a_s - b_s, \quad (\text{VI. } 20)$$

бунда a_s — кетинги ўртача саноқ; b_s — олдинги ўртача саноқ. То-пилган нисбий баландлик ишорасига қараб, 8 ёки 9- графага ёзилади.

$$h = 440 - 2108 = -1668.$$

5. 8 ва 9- графалар йиғиндиси, шунингдек, йиғиндилар айирмаси ҳам бетда кўрсатилганидек ёзилади. Масалан, журналнинг биринчи бети ПК 6 да тугади, дейлик; шунда нисбий баландликлар йиғинди-сининг айирмаси — 10437_s га тенг. Бу ерда ҳам

$$\sum (+h) - \sum (-h) = \sum a_s - \sum b_s$$

бўлиши керак. Мисол: $-10437_s = -10437_s$.

6. 8 ва 9- графалардаги ҳар бет нисбий баландликларининг йиғин-диси текширилганидан кейин нивелирлаш йўлидаги барча нисбий баландликлар йиғиндиси $\sum h$ топилади: $\sum h = \sum (+h) + \sum (-h)$.

Техникавий нивелирлаш журнали

Станциялар номери	Пикет- лар номери	Рейка станоклари, мм					Нисбий ба- лаандлик h, мм		Асбоб гори- зонти, м	Отметка- лар H, м
		Ўқилгани			Ўртачаси		+	-		
		кетинги a	оралиқ- лаги	олдинги b	кетинги олдинги a ₂	b ₂				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	Р—12	418 462			440					443,656
	x ₁	270 252		2086 2130	261	2108		166 ⁹		441,988
II	ПК 0	788 742		1550 1534	765	1542		1281		440,707
III	ПК 1	1276 1332		2106 2061	1304	2083,5		+0,5 1318,5	440,721	439,389
IV	+52		3261	221						437,460
	ПК 2	340 374		279	357	250	1054			440,443
V	ПК 3	1563 1499		951 987	1531	969		612	441,330	439,831
	+30		2938							438,392
I попереч- ник ўнгга										
VI	+2,5		1015							440,315
	+11		2765							438,565
	+20		3138							438,192
чапга										
VII	+8		840							440,490
	+20		230							441,100
	ПК 4	310 290		1593 1531	300	1562		031		439,800
VIII	ПК 5	414 422		2354 2332	418	2348		2043		437,757
	x ₂	750 768		2902 2912	759	2907		2489		435,268
VIII	ПК 6			2800 2816		2808		2049		433,219
IX										
		12270		33145	6135	16572 ₅	1054	11491 ₅		-10,437
		—20875			—10437 ₅		—10437 ₅			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X	ПК 6	$\frac{1059}{1093}$		.	1076					433,219
XI	ПК 7	$\frac{1082}{1024}$		$\frac{1860}{1897}$	1058	1878,5		+0,5 802 ₆		432,417
XII	+40	$\frac{1440}{1360}$		$\frac{2994}{2938}$	1400	2966		1913	431,864	430,504
XII	ПК 8		939	$\frac{1320}{1240}$	2022,5	1280	120			430,504
	+50		676							131,188
	ПК 9	$\frac{2031}{2011}$								430,624
XIII										
	ПК 10	$\frac{649}{641}$		$\frac{380}{357}$	645	368,5	+1 1654			432,279
XIV										
	ПК 11	$\frac{1550}{1530}$		$\frac{2778}{2770}$	1540	2774		2129		430,150
XV										
	ПК 12	$\frac{3490}{3486}$		$\frac{1586}{1568}$	3488	1577		37		430,113
XVI										
	ПК 13	$\frac{412}{414}$		$\frac{78}{76}$	413	77	3411			433,524
XVII										
	x ₈	$\frac{640}{644}$		$\frac{2259}{2211}$	642	2260		1817	432,321	431,677
XVIII	+70									428,353
	ПК 14	$\frac{2120}{2116}$	3968	$\frac{18}{112}$	2418	100	542			432,219
XIX										
	ПК 15	$\frac{1920}{1950}$		$\frac{2100}{2198}$	1925	2199	219			432,438
XX										
	ПК 16	$\frac{1849}{1829}$		$\frac{2298}{2306}$	1839	2302		377	433,889	432,061
XXI	+40									430,451
	ПК 17	$\frac{3227}{3205}$	3438	$\frac{292}{274}$	3215	283	1556			433,617
XXII										
	ПК 18	$\frac{1855}{1857}$		$\frac{168}{416}$	1876	457	2759			435,376
XXIII										
	ПК 19	$\frac{977}{959}$		$\frac{2401}{2444}$	968	2421		545		435,831
XXIV										
	ПК 20	$\frac{2645}{2631}$		$\frac{2185}{2169}$	2638	2177		1209		434,622
XXV										
	x ₄	$\frac{1798}{1780}$		$\frac{1086}{1072}$	1780	1079	1559			436,181
XXVI										
	x ₆			$\frac{465}{445}$		455	1334			337,515

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
XXVI				$\frac{465}{445}$	2918	455	1334			437,515
XXVII	x_5	2935 2901								
	Марка № 7			$\frac{748}{716}$		732	+1 2186			439.702
		65087		62202	33043	31101	15340	13397 ₅		+1.945
			+3885		+1942,5		+1942,5			

Нивелирлаш репердан репер ўрнидаги маркагача бажарилганлиги туфайли, бу йўлини ҳам қуйидаги шартни қаноатлантириши керак:

$$\sum h = H_m - H_p, \quad (\text{VI. 21})$$

бунда H_m — марка отметкаси, H_p — репер отметкаси.

7. Нивелирлаш хатоси (VI.7) га биноан қуйидагича топилади:

$$f_h = \sum h - (H_m - H_p). \quad (\text{VI. 21a})$$

Нивелирлаш жадвалида 12-репер билан марка орасидаги нисбий баландликлар йўгиндиси $\sum h = 10437_5 - 64805_5 = -3957$ мм. Репер ва марка отметкалари тегишлича $H_p = 443,656$ м, $H_m = 439,702$ м бўлганидан, нивелирлаш хатоси (мисолда) (VI. 2'а) формулага кўра, $f_{h_n} = -3,957 - (439,702 - 443,656) = -3,957 - 3,954 = -0,003$ м = = -3 мм бўлади.

Нивелирлаш йўлини нисбий баландлик усулида тенглаш. Нивелирлаш хатосининг йўл қўярли даражада эканлигини ёки йўл қўярли эмас эканлигини билиш учун у чекли хато билан таққослаб кўрилади. Техникавий нивелирлашда чекли хато қуйидаги формуладан топилади:

$$f_{h_r} = \pm 30 \sqrt{L} \text{ мм}, \quad (\text{VI. 22})$$

бунда f_{h_r} нивелирлашдаги йўл қўярли хато; L — нивелирлаш йўлининг узунлиги, км.

Мисолда $L = 2,5$ км атрофида бўлганидан йўл қўярли хато

$$f_{h_r} = \pm 30 \sqrt{2,5} \text{ мм} = \pm 48 \text{ мм}$$

бўлади. Келтирилган мисолдаги нивелирлаш хатоси (-3 мм) чекли хато (± 48 мм) дан кичик бўлганлигидан у + ишораси билан олиниб, нисбий баландликларга қуйидаги тартибда тарқатилади. Бунинг учун, даставвал, касрли нисбий баландликлар (0,5 мм ли нисбий баландликлар) сони аниқланади. Мисолда 0,5 мм ли нисбий баландликлар сони 2 та; шуларга 0,5 мм дан тузатма берилса, 1 мм хато

тарқатилиб, 2 мм хато қолади. Нивелирлашдаги станциялар сони 27 та бўлганлиги учун шу 2 мм хато 27 та станцияга тарқатилиши керак. Тузатма 1 мм аниқликда берилди. Шунда 1 мм тузатма XIII станцияга тўғри келади. Шунга кўра, XIII станциянинг нисбий баландлигига 1 мм ва охириги станция нисбий баландлигига ҳам 1 мм тузатма бериб, тузатма нисбий баландлик устига хато ишорасига тескари ишора билан ёзилади. Мисолда хато манфий бўлганидан тузатмалар мусбат ишора билан ёзилган. 18-жадвалда III ва X станцияларнинг нисбий баландликларига +0,5 мм дан, XIII ва охириги станциянинг нисбий баландликларига эса +1 мм дан тузатмалар берилган. Тарқатилган тузатмалар йиғиндиси хатога тескари ишора билан тенг бўлиши керак.

Отметка ҳисоблашнинг нисбий баландлик усули: Нивелирланган нуқталар отметкаси икки усул билан аниқланади. Богловчи нуқталар отметкаси тузатилган нисбий баландликлар бўйича аниқланса, бу нисбий баландликлар усули дейилади ва қуйидагича ифодаланади (63-шакл):

$$H_n = H_{n-1} + h_{n-1} \quad (\text{VI.23})$$

бунда H_{n-1} — олдинги богловчи нуқтанинг отметкаси; h_{n-1} отметкаси топиладиган нуқта билан олдинги богловчи нуқта ўртасидаги нисбий баландлик. x_1 нуқтанинг отметкаси P_{12} репер отметкасига биринчи нисбий баландликнинг қўшилганига тенг.

$$H_{x_1} = H_{P_{12}} + h_1 = 443,656 + (-1668) = 441,988 \text{ м},$$

$$H_{\text{ПК0}} = H_{x_1} + h_2 = 441,988 + (-1281) = 440,707 \text{ м}$$

ва ҳоказо; нисбий баландлик бўйича отметкани аниқлашда нисбий баландлик ва тузатма ишораси эътиборга олинади. Масалан, I-пикетнинг отметкасини аниқлашда нисбий баландлик 1318,5 мм тузатма +0,5 мм; улар турли ишорада бўлганидан нисбий баландликдан тузатма айрилади, сўнгра чиққан сон $H_{\text{ПК0}}$ га қўшилади, яъни $H_{\text{ПК1}} = H_{\text{ПК0}} + h_3 = 440,707 + (-1318) = 439,389 \text{ м}$ (68-шакл).

ПК10 нинг отметкасини аниқлашда тузатма ҳам, нисбий баландлик ҳам мусбат бўлганидан уларнинг йиғиндиси ПК9 отметкасига қўшилади, яъни $H_{\text{ПК10}} = H_{\text{ПК9}} - h_{13} = 430,624 + (+1654 + 1) = 432,279 \text{ м}$ бўлади. Бошқа богловчи нуқталарнинг отметкалари ҳам шу тартибда аниқлаб олинади.

Асбоб горизонти усули: Богловчи нуқталарнинг отметкалари топилач оралиқ нуқталарнинг отметкалари асбоб горизонти усули билан топилади. Кўриш нури отметкаси асбоб горизонти дейилади; оралиқ саноклари олинган станцияларнинг асбоб горизонти топилади. Одатда, оралиқ нуқталардан саноклар иккинчи горизонтда аниқланганидан, асбобнинг иккинчи горизонти аниқланади. Асбоб горизонти (А. Г.) отметкаси H_1 кетинги нуқта отметкаси ($H_{\text{кет}}$) га шу нуқтадан иккинчи горизонтда олинган санокнинг (a_2) қўшилганига тенг:

$$H_1 = H_{\text{кет}} + a_2 \quad (\text{VI.24})$$

18-жадвалдаги IV станциянинг асбоб горизонти қуйидагича бўлади:

$$H_1 = H_{\text{ПК1}} + a_2 = 439,389 + 1332 = 440,721 \text{ м.}$$

Шу сон 10- графа (асбоб горизонти) га ПК1 қаторига ёзилади. Мисолда IV, VI, XII ва бошқа станцияларнинг асбоб горизонтлари аниқланган.

Оралиқ нуқта отметкасини ҳисоблаш. Аниқланган асбоб горизонтлари бўйича шу станциялардаги оралиқ нуқталарнинг отметкалари қуйидаги формуладан топилади:

$$H_{\text{ор}} = H_i - C \quad (\text{VI. 25})$$

бу ерда C — оралиқ саноқ.

Масалан, IV станциядаги + 62 оралиқ нуқта отметкасидан олинган саноқ 3261 бўладиган

$$H_{+62} = 440,721 - 3261 = 437,460 \text{ м}$$

бўлади.

Бир станцияда кузатилган бир неча оралиқ нуқталарнинг отметкаларини аниқлашда ҳар бир оралиқ нуқтадан олинган саноқ ҳар сафар бир асбоб горизонтидан айирилади.

12. Кўндаланг чизиқдаги нуқталарнинг отметкалари ҳам, оралиқ нуқталар отметкасини аниқлаш каби, асбоб горизонти ёрдамида топилади:

$$H_{\text{кўнд}} = H_i - \text{кўндаланг чизиқ саноғи} \quad (\text{VI. 25a})$$

Журналда ПК3 да олинган кўндаланг чизиқдаги бир неча нуқталар отметкасини ҳисоблаш кўрсатилган: саноқлар VI станциядан олинганлиги учун (VI.24) га биноан

$$H_i = 439,831 + 1499 = 441,330 \text{ м}$$

бўлади, шунда:

$$H_{+2,5} = 441,330 - 1015 = 440,315 \text{ м}$$

$$H_{+11} = 441,330 - 2765 = 438,565 \text{ м ва ҳоказо.}$$

Отметкаларни тенглаш усули. Юқоридаги мисолда нуқталар отметкасини аниқлашдан олдин нисбий баландликларни тенглаш, сўнгра эса отметкаларни аниқлаш кераклиги айtilди. Батзан, бош репер отметкаси асосида боғловчи нуқталар отметкаси тузатилмаган нисбий баландликлар орқали топилади. Бундай вақтда, кўпинча охириги репер ёки марканинг ҳисобланган отметкаси H_x унинг берилган отметкаси $H_{\text{реп}}$ га тенг бўлмайди. Бундай ҳолда нивелирлаш хатоси f_h қуйидаги формуладан аниқланади:

$$f_h = H_x - H_{\text{реп}}. \quad (\text{VI. 26})$$

Агар (VI.26) бўйича ҳисобланган хато йўл қўярли даражада бўлса, аниқланган отметкалар қуйидагича тенгланади (тузатилади).

Даставвал хато қиймати ва станциялар сони бўйича 1 мм хатонинг неча станцияга, яъни неча нисбий баландликка тўғри келиши аниқланади. Масалан, 1 мм хато уч нисбий баландликка тўғри келади, дейлик. Шунда охириги репер ёки марканинг ҳисобланган отметкаси

ва ундан илгариги икки боғловчи нуқта отметкалари хатосининг ҳаммаси тузатилади. Бу тўғрилланган уч отметкадан илгариги уч боғловчи нуқта отметкалари ($f_h - 1$), булардан илгариги уч нуқта отметкалари ($f_h - 2$) ва ҳоказо тузатилади. Бўлиб берилган тузатмалар тузатиладиган отметкалар устига f_h га тескари ишора билан ёзилади.

Шу тартибда тузатмалар берилганда нивелирлаш йўлининг бошидаги уч нуқта отметкасига 1 мм дан тузатма тўғри келади.

Албатта, бош репернинг берилган отметкаси тузатилмайди ва унга тузатма ҳам берилмайди. Бу тенглашда ҳам қиймати 0,5 мм ли бўлган отметкаларга тузатмалар 0,5 мм қилиб берилади; тузатилган отметкалар бутун мм да бўлиши керак. Ҳисобланган отметка қийматига тузатмани қўшиб ёки айириб (тузатма ишорасига қараб), тузатилган отметка аниқланади ва журналининг «тузатилган отметкалар» деган графасига ёзилади.

Мисол: $H_{\text{бер}} = 435,863$ м, $H_x = 435,852$ м, станциялар сони $n = 24$ бўлсин.

(VI.26) формулага кўра $f_h = 435,852 - 435,863 = -11$ мм. 1 мм тузатма $\frac{21}{11} \cong 2$ станцияга тўғри келади. Шунга кўра, охирги икки нуқта отметкасига $+11$ мм дан, булардан илгариги икки отметкага эса $+10$ мм дан, булардан илгариги икки отметкага $+9$ мм ва ҳоказо тузатма берилади. Охирги репернинг ҳисобланган отметкаси 435,852 м га $+11$ мм тузатма қўшилса, берилган отметка 435,863 м га тенг чиқади.

Тузатилган отметкалар орқали асбоб горизонти ва сўнгра оралиқ нуқталар отметкаси юқорида келтирилган мисолдаги каби олинади.

Икки томонлама рейкада ишлаш. Агар нивелирлаш икки томонлама рейка билан бажарилган бўлса, нисбий баландлик қора саноклар билан алоҳида, қизил саноклар билан алоҳида топилади. Топилган нисбий баландликлар тенг бўлиши керак. Сўнгра нисбий баландликларнинг ўрта арифметик қиймати топилади. Нисбий баландликлар юқорида кўрсатилганидек тенглашган, тенглашган нисбий баландликлар бўйича боғловчи нуқталар отметкаси аниқлаб олинади.

Икки томонлама рейкалар ишлатилганда асбоб горизонтини ҳисоблаш учун боғловчи нуқта отметкасига шу нуқтада рейканинг қора томонидан олинган санок қўйилади, оралиқ нуқталарга ўрнатилган рейкаларнинг фақат қора томонидан санок олинади. Оралиқ нуқта отметкаси асбоб горизонтидан қора томондан олинган санокнинг айрилганига тенг. Мисол тариқасида, ҳисоблаш йўлини келтириб ўтамиз (17-жадвал).

Асбоб горизонти усули. Кейинги вақтларда қидириш ишларида олиб бориладиган нивелирлашда (боғловчи нуқталар билан бир қаторда оралиқ нуқталар ҳам кўп бўлса) нуқталар отметкасини нисбий баландлик усули билан аниқлаш ўринга асбоб горизонти орқали аниқлаш усули кўпроқ қўлланила бошланди. Натижада нивелирлаш усули ва нивелирлаш журналидаги графалар ҳам бирмунча ўзгарди. Журналдаги ўртача санок ва нисбий баландлик графалари кераксиз бўлганидан улар журналда кўрсатилмайди.

Станция номера	Пикетлар	Рейка санок- лари, мм		оралиқ	Нисбий баланд- лик, мм		Нисбий баланд- ликнинг ўрта- часи, мм		Асбоб горизон- ти, м	Отметкалар Н	
		кетинги а	олдин- ги b		+	-	+	-		ҳисоб- ланган	туза- тилган
I	ПК0	2164 6850								340,150	
II	ПК1	2870 7556	1843 6529		321 321		321		343,341	340,471	
	+45			1075	928		327,5			342,266	
	ПК2		1942 6629		927					340,798,5	

Нивелирлаш бир вақтда икки нивелир билан бир горизонтда ба-
жарилади, яъни нивелирлашда боғловчи ва оралиқ нуқталардан бит-
тадан санок олинади. Биринчи нивелир билан боғловчи ва оралиқ
нуқталардан санок олинса, иккинчи нивелир билан ёлғиз боғловчи
нуқталар нивелирланади.

Нивелирлаш натижалари бўйича ҳар қайси нивелирловчи алоҳида-
алоҳида боғловчи ва оралиқ нуқталар отметкасини асбоб горизонти
бўйича топади. Нуқталар отметкаси асбоб горизонтдан боғловчи ва
оралиқ нуқталардаги рейка санокларининг айрилганига тенг.

Нивелирлаш натижалари икки нивелир билан бажарилган нивелир-
лаш материаллари бўйича айрим-айрим топилган боғловчи нуқталар
отметкаларининг тенглигини таққослаб кўриш йўли билан текшириб
борилади. Бунга мисол қилиб 18- жадвални келтирамиз.

18- жадвал

Пикетлар	Саноклар, мм			Асбоб горизон- ти, м	Отметкалар, м	
	а	б	оралиқ		ҳисобланган	тузатилган
ПК 0	1338			146,624	145,286	
ПК 1	2477	1463		147,638	145,161	
+32			617		147,021	
+48			873		146,765	
+81			1359		146,243	
ПК 2		344			147,294	

50- §. Бўйлама прсфиль чизиш

Ер сирти вертикал қирқимининг кичрайтирилган масштабда тас-
вирланиши *профиль* дейилади. Профиль икки хил: бўйлама ва кўнда-
ланг бўлади.

Нивелирланган нуқталар отметкаси топилиб, нивелирлаш журна-
ли тўдирилгандан кейин бўйлама ва кўндаланг профиль чизилади.

Темир йўл, тош йўл, канал каби иншоотларнинг бўйлама профиллари бир-биридан кам фарқ қилади.

Темир йўл бўйлама профилини чизилиш тартиби билан танишайлик.

Бунинг учун йўлнинг узунлигини ва танланган масштабни кўзда тутиб, маълум ўлчамда миллиметрли қоғоз олинади. Темир йўлнинг бўйлама профилларини чизишда горизонтал масофалар масштаби 1:10000, вертикал масофалар масштаби эса 1:1000 қилиб олинади. Қоғознинг тагидан 8 — 10 см очиқ жой қолдириб, горизонтал чизиқ (пикет чизиги), чап томонидан 5 см очиқ жой қолдириб, вертикал чизиқ чизилади. Бу чизиқлар бош чизиқлар бўлиб, уларга, асосан, бўйлама профилнинг графалар түри ясалади.

Графалар түри ясаш учун бош горизонтал чизиқдан 10 мм юқорида иккинчи горизонтал чизиқ чизилади, бу чизиқлар оралиги *масофалар графаси* дейилади. Масофалар сўзи вертикал чизиқдан чап томонга ёзилади. Бош чизиқлар кесишган нуқтадан олтинчи пикет (ПКО) бошланади.

Масофалар графасидан журналдаги барча нуқталар ўрни тик чизиқлар ёрдамида белгиланади; аввал пикетлар белгиланиб, чизиқ тагига уларнинг номерлари ёзилади; сўнгра пикетлар орасидаги қўшма (плюс) нуқталар ўрни журналга кўра белгиланади. Шундан кейин пикет билан ~~масо~~ нуқта орасидаги ёки ёнма-ён плюс нуқталар орасидаги масофалар икки тик чизиқ ўртасига горизонтал ҳолда ёзилади (4- топшириққа қаранг). Икки пикет орасида ёзилган бу масофалар йигиндиси 100 м бўлиши керак. Икки қўшни пикет орасидаги қўшилма (плюс) нуқта бўлмаган ҳолда масофа кўрсатилмайди.

Иккинчи горизонтал чизиқдан кейин ундан 15 мм юқорида учинчи горизонтал чизиқ чизилади: бу чизиқлар оралигига *ер отметкалари* ёки *қора отметкалар* деган сўзлар ёзилади, давомига эса пикет ва плюс нуқталарнинг аниқланган отметкалари *см* гача яхлитланиб вертикал ҳолда ёзилади. 10 мм юқорида тўртинчи горизонтал чизиқ чизилади ва бу хонага *лойиҳавий нишаб* деган сўзлар ёзиб қўйилади.

15 мм юқорида бешинчи горизонтал чизиқ чизилади ва бу хонага *лойиҳавий отметкалар* ёки *қизил отметкалар* деган сўзлар ёзиб қўйилади.

5 мм юқорида олтинчи горизонтал чизиқ чизилади ва хонасига *кўндаланг профиль турлари* деб ёзилади ва давомига шу участкадаги кўндаланг профиль түри ёзилади.

20 мм юқорида еттинчи горизонтал чизиқ чизилади ва хонасига *трасса пикети ёки ситуация* деб ёзилади. Бу графага ўқ чизиқ ва унинг икки ёндоғи ситуация чизилади.

0,5 мм юқорида саккизинчи (охирги) горизонтал чизиқ чизилади ва хонасига *грунт* (тупроқ) деб ёзилади. Бу графага трасса ўтган жойдаги грунтнинг (тупроқнинг) түри ёзилади.

Жойнинг профиль чизиги саккизинчи горизонтал чизиқдан тахминан 5 — 10 см юқоридан ўтиши керак. Профиль чизиш учун миллиметрли қоғознинг бир йўгон горизонтал чизиги ёки саккизинчи горизонтал чизиқ нуқталар отметкасига яқин маълум отметкадаги шартли

горизонт чизиги сифатида қабул қилинади. Мисолда саккизинчи чизик отметкаси 370,00 м деб қабул қилинган. Сўнгра «ер отметкалари» графасидаги пикет ва плюс нуқталарнинг отметкалари бўйича 1:1000 масштабда 8-горизонтал чизикқа тик чизилган ордината чизиклари устида нуқталар ўрни топилади, бу нуқталарни кетма-кет туташтириш натижасида жойдаги нивелирланган ўқ чизик профили ҳосил бўлади (4-топшириққа қаранг).

Лойиҳавий чизик ўтказиш ва нишабликни ҳисоблаш. Маълумки, йўл ёки канал қурилаётганда уларнинг пухта, арзон ва фойдаланишда қулай бўлиши эътиборга олинади ва шунга қараб, сатҳ ёки туб чизиги (лойиҳа чизиклари) ўтказилади. Лойиҳавий чизик техникавий шартларга қараб турли нишаблик билан ўтказилади. Икки нуқта орасидаги нисбий баландлик h нинг шу нуқталар орасидаги масофанинг горизонтал қўйилиши d га нисбати *нишаблик* дейилади ва i билан белгиланади. Нисбий баландлик охириги нуқта отметкаси-дан бош нуқта отметкасининг айрилганига тенг; шунга кўра нишаблик қуйидагича ифодаланади:

$$i = \frac{h}{d} = \frac{H_0 - H_6}{d} \quad (\text{VI. 27})$$

бу ерда H_0 — охириги нуқта отметкаси; H_6 — бош нуқта отметкаси. Тош ва темир йўлларда, жой шароитига қараб, нишаблик мусбат ёки манфий бўлади, канал эса фақат оқиш томонига манфий нишаблик билан қурилади. Юқорида олинган мисол темир йўл профилига оид бўлиб, лойиҳа чизиги уч хил нишаблик билан ўтказилган. Биринчи нишаблик лойиҳавий отметкаси 441,00 м бўлган ПКО дан бошланиб, лойиҳавий отметкаси 431,40 м бўлган ПК 8 да тугайди.

(VI. 27) формулага кўра, бу чизикнинг нишаблиги

$$i_1 = \frac{H_{\text{пикт}} - H_{\text{пко}}}{800} = \frac{431,40 - 441,00}{800} = \frac{-9,6}{800} = -0,012$$

бўлади. Иккинчи нишаблик лойиҳавий отметкаси 431,40 м бўлган ПК 8 дан бошланиб, лойиҳавий отметкаси 431,40 м бўлган ПК 13 + 70 да тугайди; шунда

$$i_2 = \frac{431,40 - 431,40}{570} = \frac{0,000}{570} = 0,000$$

бўлади, яъни нишаблик йўқ деган сўз бўлиб, бу жой майдонча дейилади.

Лойиҳа чизигининг учинчи нишаблиги ПК 13 + 70 билан ПК 20 орасида $i_3 = +0,006$ билан ўтказилса, ПК 20 нинг лойиҳавий отметкасини ҳисоблаш керак бўлади. Бунинг учун аввало ПК 13 + 70 билан ПК 20 орасидаги нисбий баландлигини топиш керак.

(VI. 27) формуладан $h = di = 630 \cdot 0,006 = 3,78$ м бўлади; бу қиймат ПК 13 + 70 нинг лойиҳавий отметкасига қўшилади. Шунда ПК 20 нинг лойиҳавий отметкаси $H_{\text{ПК}20} = 431,40 + 3,78 = 435,18$ м бўлади.

Бу нишабликлар қиймати 3-графага (профилдаги нишаблек графасига) ёзилади, яъни лойиҳавий чизикнинг нишаблик бошидаги ва

охирдаги нуқталари нишабликнинг огиши бўйича чизиқ билан туташтирилади-да, унинг устига нишаблик қиймати, остига эса шу нишабликдаги масофа узунлиги ёзилади. Мисолда тегишлича $\frac{12}{800}$; $\frac{0}{570}$ ва $\frac{6}{630}$ ёзилган.

Нишаблик охирида чизилган вертикал чизиқ икки ёнига шу чизикнинг икки пикетдан бўлган масофалари вертикал қилиб ёзилади. Мисолдаги % ва 70 30 каби.

Пикетлар лойиҳавий отметкаларини ҳисоблаш. Нишаблик аниқланганидан кейин лойиҳавий отметкалар топилади. Бунда аввало пикет нуқталар отметкаси қуйидаги формуладан аниқланади:

$$H_{\text{ПК}_n} = H_{\text{ПК}_{n-1}} + 100 \cdot i. \quad (\text{VI. 28})$$

Мисолда ПК0' нинг лойиҳавий отметкаси маълум бўлганидан ПК 1 нинг отметкаси қуйидагича аниқланади.

$$H_{\text{ПК}_1} = H_{\text{ПК}_0} + 100 \cdot i = 441,00 + 100 (-0,012) = 441,00 - 1,20 = 439,80 \text{ м бўлади.}$$

Шунга ўхшаш:

$$H_{\text{ПК}_2} = H_{\text{ПК}_1} + 100 \cdot i = 439,80 + 100 (-0,012) = 438,60 \text{ м ва ҳаказо. Бу сонлар лойиҳа отметкаси деган графага, тегишли нуқтадаги вертикал чизиққа ёзилади.}$$

Плюс нуқталар отметкасини ҳисоблаш. Пикетларнинг лойиҳавий отметкалари аниқлангандан кейин плюс нуқталарнинг лойиҳавий отметкалари қуйидаги формуладан топилади:

$$H_+ = H_{\text{ПК}} + d_i \quad (\text{VI. 29})$$

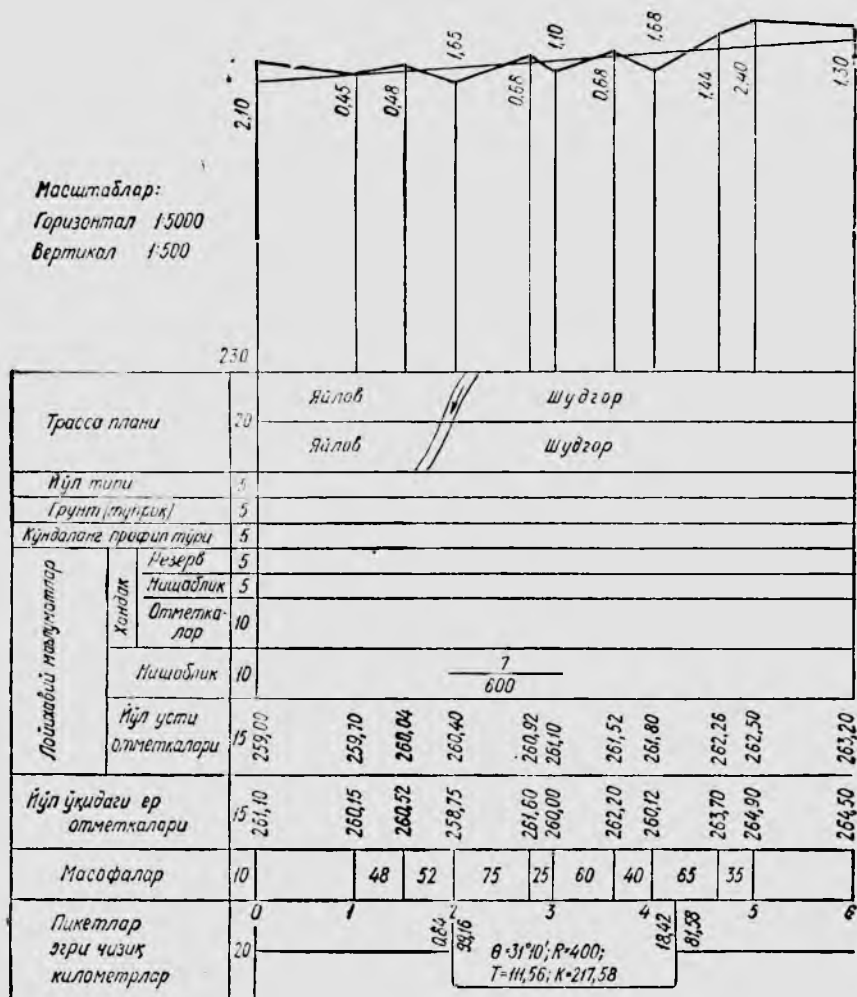
бунда d — плюс нуқтанинг олдинги пикетдан узоқлиги. Мисолдаги ПК 1 + 62,00 нуқтанинг лойиҳавий отметкаси

$$H_{+62} = H_{\text{ПК}_1} + 62,00 \cdot i = 439,80 + 625 (-0,012) = 439,80 - 0,74 = 439,06 \text{ м бўлади.}$$

Қолган плюс нуқталарнинг отметкалари ҳам шу тартибда топилади. Ситуация графаси пикетлаш дафтарчасига (69-шакл) асосан профилнинг горизонтал масштабида ўқ чизилишининг икки ёнидаги ситуацияни (жойдаги нарсаларни) тушириш билан тўлдирилади. Ситуация графасида шартли ишоралардан ташқари, яна жойдаги ўрмон ва экин майдонлари ҳам ёзиб кўрсатилади. Ўқ чизиқнинг бурилиши стрелка билан кўрсатилади.

Грунт графасига нивелирланган жойдаги грунт тури ёзилади ва чегаралари кўрсатилади.

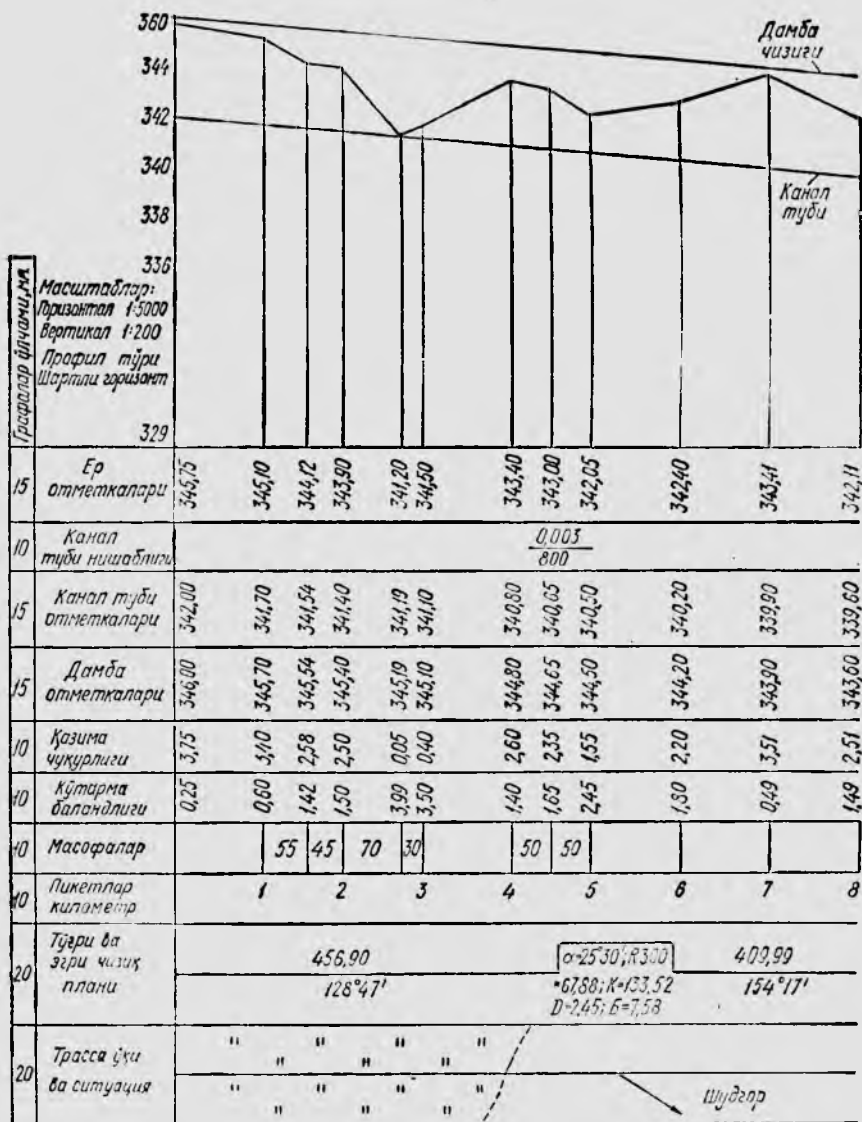
Иш отметкаларини ҳисоблаш. Лойиҳавий отметкалар аниқлангандан кейин, иш отметкалари, яъни ер қазини чуқурлиги (қазилма) ва тупроқ тўкиш баландлиги (кўтарма) ни кўрсатувчи отметкалар топилади. Иш отметкалари ер сатҳи отметкаси H_e билан лойиҳавий отметкаларини H_d айирмасига тенг, яъни $h = H_e - H_d$; h мусбат



73- шакл.

ёки манфий бўлишига қараб, қазилма ёки кўтарма бўлади. Иш от-меткалари лойиҳавий чизиқнинг икки ёнига 10 мм узоқликда қўн-далангига ёзилади. Агар ер сатҳининг отметкаси лойиҳавий отметкадан катта бўлса, айирма қазини чуқурлигини кўрсатади ва лойиҳавий чи-зиқнинг остига ёзилади. Агар лойиҳавий отметка ер сатҳи отметкаси-дан катта бўлса, айирма кўтарма (тупроқ тўкиш) баландлигини кўр-сатади ва лойиҳавий чизиқнинг устига ёзилади.

Лойиҳавий чизиқ нишаблик ва лойиҳавий отметка ёзилган гра-фаларнинг ён чизиқлари, нишабликни кўрсатувчи чизиқ ва ситуация графасидаги трасса ўқ чизиги профилда қизил тушъ билан чизилади.



74- шакл.

Нишаблик графасидаги ёзувлар, лойиҳавий отметка ва иш отметкаси ҳам қизил тушъ билан ёзилади.

Канал, тош йўл профилиларида қазим чуқурлиги ва кўтарма баландлигини кўрсатувчи сонлар темир йўл профилидаги каби иш отметкалари лойиҳавий чизик ёнига ёзиб кўрсатилмай, балки

профиль тагида алоҳида чизилган графаларга ёзилади. Бу графаларга «кўтарма баландлиги» ва «қазини чуқурлиги» деб ёзилади. 73 ва 74-шаклларида тош йўл ва канал профиллари келтирилган.

Нолинчи нуқта масофасини аниқлаш. Ер сатҳини кўрсатувчи чизик билан лойиҳавий чизиқнинг кесилган нуқтасида иш отметкаси 0 га тенг бўлганидан у нолинчи нуқта дейилади. Баъзан бу нуқтанинг икки ёнидаги пикетдан бўлган узоқлиги ҳисобланади ва профилда кўрсатилади. Бунинг учун нолинчи нуқта икки ёнидаги иш отметкалари h_1 h_2 ва шу отметкаларга тегишли нуқталар орасидаги масофадан фойдаланилади. Агар нолинчи нуқтанинг олдинги нуқтадан турган узоқлиги x_1 бўлса, у қуйидагича ифодаланади:

$$x_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \cdot d. \quad (\text{VI. 30})$$

Кейинги нуқтадан бўлган оралиғи:

$$x_2 = d - x_1 \text{ ёки } x_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} \cdot d; \quad x_1 + x_2 = d$$

бўлиши керак.

Мисолдаги профилда лойиҳавий чизик ер чизигининг бир неча жойда кесиб ўтган. Барча нолинчи нуқталар ўринини аниқлаш йўлини кўриб ўтирмай, мисол учун ПК 1 + 62 ва ПК 2 орасидаги ноль нуқтага тегишли масофа ва отметканинг аниқланишининггина кўриб чиқамиз. Профилда бу нуқталардаги иш отметкалари $h_1 = 1,60$ м; $h_2 = 1,84$; $d = 38,00$ м. Шунга кўра

$$x_1 = \frac{1,60}{1,60 + 1,84} \cdot 38,00 = 17,67 \text{ м.}$$

$$x_2 = d - x_1 = 38,00 - 17,67 = 20,33 \text{ м}$$

бўлади, яъни нолинчи нуқта ПК 1 + 62 дан 17,67 м кейинда, ПК 2 дан 20,33 м олдинда, ПК 1 дан эса $x = 17,67 + 62,00 = 79,67$ м кейинда туради.

Профилда нолинчи нуқта ўрни қуйидагича белгиланади, нолинчи нуқта устига кўк тушъ билан 0 рақами ёзилади. Шу нуқтадан шартли горизонт чизигигача кўк тушъ билан нуқтатер чизик чизилади ва шу чизик икки ёнига шартли горизонт устига ҳисобланган масофалар қиймати кўк тушъ билан ёзилади. Нолинчи нуқта отметкаси *кўк отметка* дейилади ва қуйидагича аниқланади:

$$H_K = H_{ПК} + xi \quad (\text{VI. 31})$$

бу ерда H_K — кўк отметка; $H_{ПК}$ — олдинги пикетнинг лойиҳавий отметкаси; x — нолинчи нуқтанинг олдинги пикетдан узоқлиги; i — лойиҳавий чизик нишаблиги.

Мисолда $H_{ПК1} = 439,80$ м; $x = 79,67$ м; $i = -0,012$ шунга кўра, $H_K = 439,80 + 79,67 (-0,012) = 439,80 - 0,96 = 438,84$ м бўлади.

Темир йўл профилларида кўпинча кўк отметка аниқланмайди ва кўрсатилмайди ҳам.

Ситуация графасидаги ўқ чизиқнинг йўл, дарё, сой каби ўринларни кесиб ўтган нуқталарида қуриладиган ишоотлар тури профиль чизиги

устиди шартли белгилар билан кўрсатилади. Масалан, мисолда 6 ва 7-пикетлар орасида ўқ чизиқ тош йўлини кесиб ўтган ва профилда кесиб ўтиш белгиси (байроқча) чизилган. Ўқ чизиқ ПК 13 + 70,00 да ариқни кесиб ўтган; сув ўтиши учун эни 2 м ли тўғри бурчакли темир-бетон труба қуриш лойиҳаланган ва юқорисига ТБТ Т 2 м (темир-бетон труба, тешиги 2 м) деб кўрсатилган. ПК 16 + 40,00 да ўқ чизиқ сойдан ўтган; сойдаги сувни ўтказиш учун диаметри 1,5 м ли ТБТ (темир-бетон труба) қўйиш лойиҳаланган. Бу ҳам шартли белги билан кўрсатилиб, ёнига ўлчами ёзилади.

Баъзан лойиҳавий чизиқ билан ер сирти чизиги орасидаги юза кўтармада қизил, қазилмада сариқ ранг билан бўялади.

51-§. Тўғри ва эгри чизиқ планини чизиш

Профилда ўқ чизиққа тегишли эгри чизиқ элементлари *профиль тагига махсус чизиқ плани* деган графада чизиб кўрсатилади. Бу тўғри ва эгри чизиқ планини чизиш дейилади.

Ўқ чизиқ планини чизиш тартибини кўриб чиқиш учун нивелирлаш журналидаги мисолни олайлик.

Мисолда ўқ чизиқ ПК4 + 29,30 да ўнгга бурилган, бурилиш бурчаги $\theta_3 = 35^\circ 40'$; сўнгра ПК 11 + 69,16 да чапга бурилган, бурилиш бурчаги $\theta_4 = 40^\circ 30'$. Биринчи бурилишда $R_1 = 300$ м, иккинчи бурилишда эса $R_2 = 400$ м. Радиуслар ва бурилиш бурчаклари бўйича эгри чизиқлар жадвалидан эгри чизиқ элементлари топилади ва қуйидаги тўғри ва эгри чизиқлар ведомости тузилади (19-жадвал).

А. Тўғри ва эгри чизиқлар ведомостини тўлдириш

1. Жадвалнинг 1, 2, 3, 4 ва 5-графалари пикетлаш дафтарчасидаги дала материаллари бўйича тўлдирилади. 4 ва 5-графалардаги бурчаклар йиғиндиси аниқланиб, тегишли графа тагига, уларнинг айирмалари чиқарилиб эса ўртароққа ёзилади. Мисолда

$$\sum \theta_3 - \sum \theta_4 = 35^\circ 40' - 40^\circ 30' = -4^\circ 50'.$$

2. 6-графадаги радиус қиймати бурилиш бурчагининг қиймати, йўл класси каби, техникавий шартларга кўра қабул қилинади. Мисолда биринчи эгри чизиқ радиуси $R_1 = 300$ м, иккинчи радиус $R_2 = 400$ м.

3. 7, 8, 9 ва 10-графалардаги T , K , B ва D қийматлари бурилиш бурчаги 0 ва радиус R бўйича жадвалдан топилиб, тегишли қаторларга ёзилади. 7, 8 ва 10-графалар йиғиндиси тегишли графа тагига ва $2 \sum T - \sum K$ айирма топилиб эса 7, 8-графалардаги йиғиндилар ўртасига ёзилади.

4. 11-графадаги эгри чизиқ боши (ЭБ) нинг пикет ўрши (ЭБ_{ПК}) (VI. 15) формуладан топилади; мисолда биринчи эгри чизиқ боши $ЭБ_{ПК} = ЭБ_{ПК} - 4T = (ПК_4 + 29,30) - 96,51 = ПК_3 + 32,79$ м да бўлади. Иккинчи эгри чизиқнинг боши $ЭБ_{ПК} = (ПК_{11} + 69,16) - 147,57 = ПК_{10} + 21,59$ м да бўлади.

Тўғри ва эгри чиқиқлар ведомости

Буриак номери	Кинометрлар	Тўғри чиқиқлар				Эгри чиқиқлар										Тўғри чиқиқлар				Эслатма
		учинчи пикет ўғри		қиймати		элементи				пикет ўриқлари				ҳақиқати		ишқалиши				
		буриак ўғри ϕ_y	мап ўғри ϕ_y	тангенс T	эгри чиқиқ K	бис-сек-триса B	доғ D	эгри чиқиқ эгр. боши ϕ_B	эгри чиқиқ эгр. охири ϕ_O	тўғри кирима p'	буриак ўғри узлиги s	дирек-цион буриак a	р.мб r							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
0	0	0 + 00,00															1. $\Sigma 0\phi =$ $\Sigma 0p =$ $= a_n - a_1$			
1	0	4 + 29,30	35-40'		300	96,51	186,75	15,14	6,27	3 + 32,79	5 + 19,54	332,79	429,30	342-34'	ШФ	17-26'	2. $\Sigma p' =$ $\Sigma K =$ $+ \Sigma S - \Sigma D$			
2	1	11 + 69,16		40-30'	400	147,57	282,74	26,75	12,36	10 + 21,36	13 + 4,33	592,05	746,13	15-14'	ШШК	18-14'	3. $\Sigma \Sigma T =$ $\Sigma K =$ ΣD			
												695,67	843,24'	337-44'	ШГ	22-16'				
												$\Sigma p'$ 1530,51	ΣS 2018,67	$a_n - a_1$ -4 50'	$r_1 - r_2$ -4 50'					
												$\Sigma p' + \Sigma =$ $+ 1530,51$ $+ 409,49$ $= 2000,00$	$\Sigma S - \Sigma D =$ $- 2018,67$ $- 18,67$ $= 2000,01$							

5. 12-графадаги эгри чизиқ охири ($\mathcal{EO}$) нинг пикет ўрни (VI. 16) ёки (VI. 17) формуланинг биридан аниқланиши мумкин. Мисолда биринчи эгри чизиқ охирининг пикет ўрни (VI. 16) формулага кўра:

$$\mathcal{EO}_{\text{ПК}} = (\text{ПК } 3 + 32,79) + 186,75 = \text{ПК } 5 + 19,54;$$

иккинчи эгри чизиқ охирининг пикет ўрни эса ($\mathcal{EO}_{\text{ПК}} = (\text{ПК } 10 + 21,59) + 282,74 = \text{ПК } 13 + 4,33$ да бўлади. (VI. 17) формулага кўра биринчи эгри чизиқда:

$$\mathcal{EO}_{\text{ПК}} = (\text{ПК } 4 + 29,30) + 96,51 - 6,27 = \text{ПК } 5 + 19,54.$$

Иккинчи эгри чизиқда:

$$\mathcal{EO}_{\text{ПК}} = (\text{ПК } 11 + 69,16) + 147,57 - 12,39 = \text{ПК } 13 + 4,34.$$

6. Эгри чизиқ бош ва охириги нуқталарининг пикет ўринлари аниқлангандан кейин шу нуқталар орасидаги «тўғри киритма» деб аталадиган тўғри чизиқлар узунлиги $\langle P^1 \rangle$ ҳисобланади ва унинг қиймати метр билан ифодаланиб, бурчаклар номери ўртасига ёзилади. Бош тўғри киритма ПК0 дан биринчи эгри чизиқ бошининг пикет ўрнига тенг бўлади. Масалан, $P_1^1 = \mathcal{EB}_{\text{ПК}} = 332,79$ м.

Эгри чизиқлар ўртасидаги тўғри киритма қуйидагича ифодаланади:

$$P_n^1 = \mathcal{EB}_{\text{ПК}_n} - \mathcal{EO}_{\text{ПК}_{n-1}} \quad (\text{VI. 32})$$

Мисолда:

$$P_2^1 = \mathcal{EB}_2 - \mathcal{EO}_1 = (\text{ПК } 10 + 21,59) - (\text{ПК } 5 + 19,54) = 1021,50 - 519,54 = 502,05 \text{ м.}$$

Охириги тўғри киритма қуйидагича ифодаланади:

$$P_0^1 = L - \mathcal{EO}_{\text{ПК}_n},$$

бунда L — нивелір йўли узунлиги $\mathcal{EO}_{\text{ПК}_n}$ — энг кейинги эгри чизиқ охирининг пикет ўрни.

$$\text{Мисолда } P_0^1 = L - \mathcal{EO}_{\text{ПК}_n} = 2000,00 = (13 + 4,33) = 2000,00 - 1304,33 = 695,67 \text{ м.}$$

13-графадаги P^1 лар йиғиндиси топилиб, графа тагига ёзилади

$$\sum P^1 = 1530,51 \text{ м.}$$

Шу графа тагига $\sum P^1 + \sum K$ қиймати ёзилади; мисолда $1530,51 + 469,49 = 2000$ м.

7. 14-графада бурчак учлари орасидаги масофа S бурчак учлари орасига ёзилган. Биринчи масофа S_1 бош пикет ПК0 дан биринчи бурчак учигача бўлган масофага тенг; мисолда:

$$S_1 = 429,30 \text{ м.}$$

Умуман, бурчак учлари орасидаги масофа S қуйидаги формуладан топилади:

$$S_n = T_{n-1} + P_n + T_n. \quad (\text{VI. 33})$$

Бунда T_{n-1} , T_n — олдинги ва кетинги эгри чизиқлар тангенси; P_n — эгри чизиқлар орасидаги тўғри киритма. Мисолда:

$$S_2 = T_1 + P_2 + T_2 = 96,51 + 147,57 + 502,05 = 746,13 \text{ м.}$$

S нинг қийматини қуйидаги формуладан топиш мумкин:

$$S_n = BY_n - BY_{n-1} + D_{n-1}. \quad (\text{VI. 34})$$

Бу формула *текишириш формуласи* дейилади ва унда бурчак учларининг ўрнидан фойдаланилади: бу ерда BY_{n-1} , BY_n — олдинги ва кетинги эгри чизиқлар бурчак учларининг пикет ўрни, D_{n-1} — олдинги эгри чизиқ домери. Мисолда:

$$S_2 = BY_2 - BY_1 + D_1 = (\text{ПК } 11 + 69,16) - (\text{ПК } 4 + 29,30) + 6,27 = 746,13 \text{ м.}$$

14- графадаги сонлар йиғиндиси ҳам топилади ва ўз графаси тагига ёзилади:

$$\sum S = 2018,67 \text{ м.}$$

8. 13 ва 14- графалардаги қийматларнинг тўғрилиги қуйидаги шарт бўйича текширилади:

$$\sum P' + \sum K = \sum S - \sum D,$$

$$\text{мисолда: } \sum P' + \sum K = 1530,51 + 469,49 = 2000,00 \text{ м;}$$

$$\sum S - \sum D = 2018,67 - 18,66 + 2000,01 \text{ м.}$$

бу ердаги 1 см фарқ яхлитлаш хатосидан келиб чиқади.

Тўғри киритмалар йўналишини ҳисоблаш. 15-графада нивелирлаш йўлидаги томонларнинг (тўғри киритмаларнинг) дирекцион бурчаклари ёзилган. Бош томоннинг дирекцион бурчаги берилганда, қолган томонларнинг дирекцион бурчаклари бурилиш бурчаги орқали қуйидаги формуладан топилади:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \theta_3$$

$$\text{ёки} \quad \alpha_n = \alpha_{n-1} - \theta_4, \quad (\text{VI. 35})$$

бунда α_{n-1} , α_n — олдинги ва кетинги тўғри киритма дирекцион бурчаклари;

θ_3 — ўнг бурилиш бурчаги;

θ_4 — чап бурилиш бурчаги.

Мисолда: $\alpha_1 = 342^\circ 34'$; бурилиш бурчаги $\theta_3 = 35^\circ 40'$. Шунга кўра, $\alpha_2 = \alpha_1 + \theta_3 = 342^\circ 34' + 35^\circ 40' + 18^\circ 14'$. Иккинчи бурилиш бурчаги чап томонга ва $\theta_4 = 40^\circ 30'$ бўлганидан $\alpha_3 = \alpha_2 - \theta_4 = 18^\circ 14' -$

— $40^{\circ}30' = 378^{\circ}14' - 40^{\circ}30' = 337^{\circ}44'$ бўлади. Бу қийматлар 15-графада тўғри киритма қаторига ёзилади. Графа тагига $\alpha_n - \alpha_1 = = 337^{\circ}14' - 352^{\circ}34' = -4^{\circ}50'$ ёзилади.

16-графага дирекцион бурчак бўйича ҳисобланган румблар ёзилган. Бунинг тагига ҳам $r_1 - r_n$ айирмаси.

$$r_1 - r_n = 17^{\circ}26' - 22^{\circ}16' = -4^{\circ}50'$$

ёзилади, бунда $\alpha_n - \alpha_1 = r_1 - r_n$ бўлиши керак. Мисолда: $-4^{\circ}50' = -4^{\circ}50'$.

Ведомостнинг қанчалик тўғри тўлдирилганлиги 19-жадвалдаги (17-графа) формулалар ёрдамида текширилади.

Ўқ чизиқ планини чизиш. Тўғри ва эгри чизиқлар жадвали тўлдирилгандан кейин профилнинг бош горизонтал чизигидан 20 мм пастдаги горизонтал чизиқда эгри чизиқ бош ва охири нуқталарнинг аниқланган ўринлари 19-жадвал бўйича белгиланади. Масалан, биринчи эгри чизиқнинг боши ПК 3 + 32,79 да, охири эса ПК 5 + 19,54 да бўлганлигидан, горизонтал чизиқда шу нуқталар ўрни белгиланади. ПК 0 нуқтадан ПК 3 + 32,79 нуқтага тўғри чизиқ чизиб, шу чизиқнинг ўртагоига (устига) тўғри киритма қиймати 332,79, тагига эса чизиқ йўналиши $342^{\circ}34'$ ёзилади. Иккинчи эгри чизиқнинг бош ва охири нуқталари жадвалига кўра белгиланади, тўғри киритмалар узунлиги ва йўналишлари 18-жадвалдан олиб ёзилади. Эгри чизиқ ўрнини шартли равишда кўрсатиш учун эгри чизиқнинг боши ва охири белгиланган нуқталардан горизонтал чизиққа нисбатан 5 мм юқорида (агар бурилиш ўнгга бўлса) ёки пастда (агар бурилиш чапга бўлса) бурчаклари ёй қилиб чизилган тўғри чизиқлар чизилади. Эгри чизиқлар ўрнини кўрсатган чизиқларнинг таги ёки устига бурилиш элементлари, яъни бурилиш бурчаги, эгри чизиқнинг радиуси, эгри чизиқнинг узунлиги ёзилади.

Эгри чизиқнинг бош ва охирини белгилаш нуқталаридан пикетлаш чизигига перпендикуляр чиқарилади. Шу перпендикуляр чизиқнинг икки ёнига эгри чизиқ бош ва охирининг икки ёнидаги пикетдан бўлган масофалари см аниқлигида (баъзан, м аниқлигида) ёзилади. Масалан, биринчи эгри чизиқ боши ПК 3 дан 32,79 м, ПК 4 дан эса $100 = 32,79 = 67,21$ м масофада ётади; бу сонлар вертикал чизиқнинг икки ёнига вертикал ҳолда ёзилади. Худди шундай эгри чизиқнинг охири ПК 5 дан 19,54 м, ПК 6 дан эса $100 - 19,54 = 80,46$ м масофада ётади. Бу сонлар ҳам чизиқнинг икки ёнига ёзилади. Бошқа эгри чизиқларда ҳам шундай қилинади.

Темир йўл профилларида доиравий эгри чизиқ билан бирга, ўтиш эгри чизини ҳам кўрсатилади.

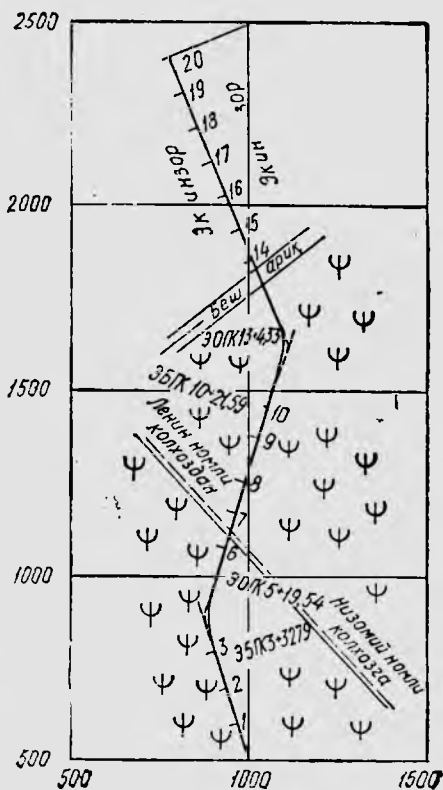
Ўқ чизиқ планида километрларни кўрсатиш учун пикетлаш чизигидан пастга 3,5 см узунликда перпендикулярлар чиқарилади ва унинг учига диаметри 5 мм ли доирача ясалади. Доиранинг ўнг ярми қора туш билан бўялади ва тагига километр номери ёзилади (профилга қаранг).

52- §. Трасса планини чизиш

Чизигий иншоот куриладиган жойнинг ўқ чизиги профилини чизиш билан бирга, трасса ўтган жойнинг планини ҳам чизилади. Трасса плани тўғри ва эгри чизиқлар ведомости ҳамда пикетлаш дафтарчасидаги маълумотлар асосида чизилади. Талабга ва трасса ўтган жой шароитига қараб, бу план турли масштабда чизилиши мумкин. Масалан, текис ва бир оз баланд-паст бўлган жойларда 1:10000 ва 1:5000 масштабда, рельефи мураккаб бўлган жойларда эса 1:2000 масштабда чизилади.

Трасса планини бурилиш бурчаги учларининг координатлари ёки трасса томонларининг румби ва узунлиги асосида чизилиши мумкин. Мисолимиздаги трасса плани бурилиш бурчаги учларининг координаталар асосида 1:10000 масштабда чизилган (75-шакл).

План чизиш учун даставвал бурчак учларининг координаталари аниқланади (20-жадвал). Бунинг учун 19-жадвалдан бурчак учлари орасидаги масофалар (14-графадан) ва томонлар румбининг қийматлари (16-графадан) 20-жадвалга кўчириб ёзилади, кейин координата орттирмалари ва координаталар аниқланади.



75- шакл.

20- ж а д в а л

[illegible]

План чизиш учун томонлари 5 ёки 10 см бўлган квадрат каталар ясалади. Координаталар қийматини ҳисобга олиб, катак томонларининг координата қийматлари аниқланади, сўнгра бурчак учларининг ўрни топилади. Сўнгра бу нуқталардан тангенслар қиймати икки томонга масштаб бўйича ўлчаб қўйилиб, эгри чизиқнинг боши ва охири белгиланади; кейин бу нуқталардан тангенсларга чиқарилган перпендикуляр чизиқларнинг кесишган нуқталарини марказ қилиб олиб, маълум радиуслар билан лойиҳавий эгри чизиқ ўтказилади. Эгри чизиқлар, кўпинча, қизил тушъ билан чизилади.

Эгри чизиқнинг боши ва охиридан чиқарилган радиуслар ёнига шу нуқталарнинг пикет ўриилари ёзилади. Бу чизиқ ва ёзувлар ҳам қизил тушъ билан бажарилади. Баъзи эгри чизиқ элементларининг қийматлари ҳам ҳар қайси эгри чизиқ ёнига ёзилади.

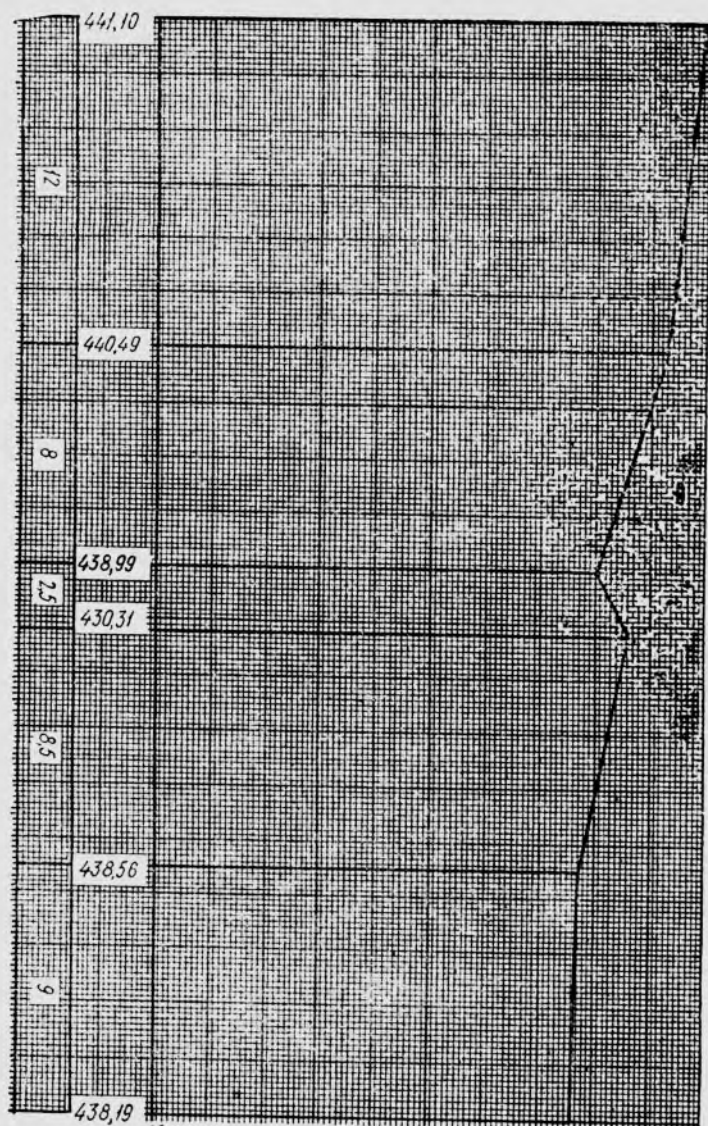
Трасса ўқ чизилишининг икки ёнига пикетлаш дафтарчасидаги жой ситацияси чизилади.

53-§. Кўндаланг профиль чизиш

Кўндаланг профиль ўқ чизиқнинг икки ёнидаги жой рельефини кўрсатиш учун чизилади ва, кўпинча, кўндаланг чизиқлар деб аталади. Кўндаланг чизиқлар сони кўп ва узунликлар катта бўлган ҳолларда улар алоҳида нивелирланади. Лекин йўл ва канал қуриш ишларида кўндаланг чизиқлар сони оз, узунликлари эса жуда кичик бўлганлигидан у бўйлама профили билан бир йўла нивелирланади ва натижалари умумий журналга ёзилган бўлади. Кўндаланг профиль бўйлама профиль чизилган қогозга ёки миллиметрли айрим қогозга чизилади.

Ер қазिश ишлари ҳажминини аниқлаш осон бўлиши учун кўндаланг профиль анча йирик ва бир хил масштабда (горизонтал ҳамда вертикал масштаби бир хил, кўпинча 1:200) масштабда чизилади.

Профиль чизиш учун бирор горизонтал чизиқ чизилади ва у бош чизиқ деб қабул қилинади. Шундан юқорида бир сантиметр ташлаб, иккинчи чизиқ ўтказилади. Бу 1 см ли оралиқда кўндаланг чизиқда олинган жойдаги характерли нуқта ларнинг ўқ чизиқдан турган узоқлиғи ёзилади. Ҳисобда жой рельефига қараб, кўндаланг чизиқ № 3+30,00 да олинган (нивелирланган журналга қаранг). Бу нуқтанинг пикет ўрни бош горизонтал чизиқ ўртасига (тагига) ёзилади. Ўқ чизиқнинг ўнг томонида + 2,5 м, + 11,00 м ва + 20 м масофаларда, чап томонида эса + 8 м ва + 20 м масофаларда жойнинг характерли нуқталари нивелирланган. Бу нуқталар ўрни масштабда масофа графасида белгиланади (76-шакл). Масофа графасидаги сонлар ҳар қайси нуқтанинг бир-бирига нисбатан турган узоқлигини кўрсатади. Масофа графасидан кейин, 15 мм юқорида горизонтал чизиқ чизилади ва ҳосил бўлган графага кўндаланг чизиқдаги нуқталарнинг журналда аниқланган отметкаси см гача яхлитлаб ёзилади. Сўнгра охириги чизиқ шартли горизонт сифатида қабул қилиниб, шу чизиқдан 7—10 см юқорида профиль чизилади. Кейин кўндаланг чизиқ нуқталарининг ўрни отметкага қараб, мас-



76- шакл.

штаб бўйича бўйлама профилидаги каби топилади ва туташтирилади.

Шартли горизонт отметкаси кўндаланг нуқталар отметкасига қараб элиқланади. Мисолда шартли горизонт отметкаси 426,00 м деб элинган.

VII БОБ.

ЮЗАЛАРНИ НИВЕРЛИРЛАШ

54-§. Рельеф ва уни тасвирлаш

Ҳар қандай инженерлик иншооти қуришдан аввал у топографик план ёки картада лойиҳаланади. Шунга кўра, жойдаги ситуация ва жой рельефи планда тўғри тасвирланган бўлиши керак. Бунинг учун жой рельефининг турларини бир-биридан яхши ажрата билиш ва уларни планда горизонталлар билан тасвирлаш йўлларини ўрганиш қурилиш соҳасидаги ҳар бир инженер ва техник учун ниҳоятда зарурдир.

Рельеф турлари. Ер юзидаги баланд-пастликлар *рельеф* дейилади. Жойнинг рельефи баландлик ва пастликларга бўлинади. Тоғ, тепа, тизма тоғ, эгарсимон жойлар баландликка, чуқурлик, сой, жарлик эса пастликка киради (77-шакл).

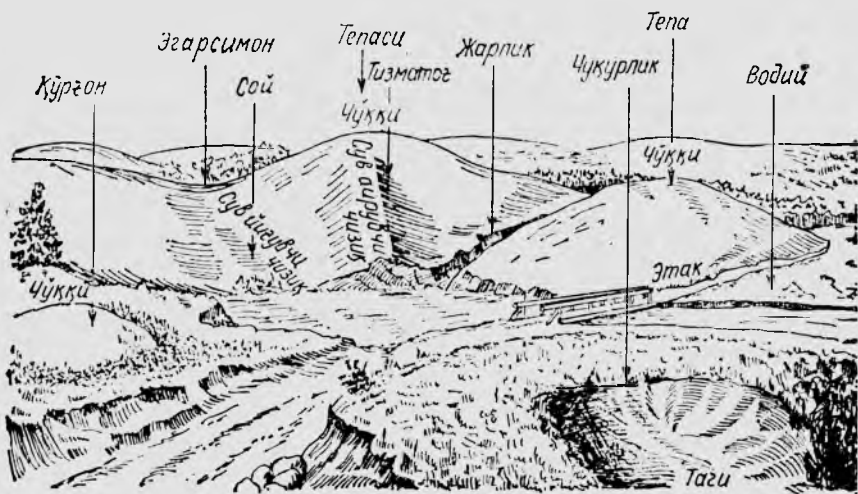
Тоғ (тепа) — юқорига конус тарзида кўтарилган жой бўлиб, унинг энг баланд нуқтаси чўққи, ён томонлари — *қиялик*, атроф билан туташган чизиги — *тоғ этаги* дейилади.

Тизма тоғ — бир томонга чўзилиб кўтарилган ёки пасайган жой бўлиб, икки ён томони тикроқ пасаяди, бошқача айтганда, тизма тоғда жой бир нуқтадан уч йўналиш бўйича пасаяди, бир томонга чўзилиб, икки ён томонга тикроқ пасаяди. Чўзилиб пасайиш йўналишининг баланд нуқталаридан ўтган чизиқ *сув айирувчи (сув бўлувчи)* чизиқ дейилади.

Эгарсимон жой — икки тоғ ёки тепанинг ёнма-ён қўшилишидан ҳосил бўлади. Эгарсимон жойнинг икки томонидан қарама-қарши йўналишда сой боқланади. Кўпинча, бир сойдан ўтган ёлғиз оёқ йўл эгарсимон жой орқали нариги томондаги сой йўлига тутанади, эгарсимон жойдаги бу йўл *довон* дейилади.

Чуқурлик (котловина) — тоғнинг акси бўлиб, ҳар томондан ўралган пастлик жой; энг чуқур жойига — *туб* деб, ён томонлари — *қиялик*, қияликларнинг атроф билан учрашган чизиги — *чуқурлик чеккаси* дейилади.

Сой — тизма тоғнинг акси бўлиб, бир нуқтадан уч томонга кўтарилади ёки бир учи очиқ йўналиш бўйича аста пасаяди, лекин икки ёни тикроқ кўтарилади. Соининг энг паст жойларидан ўтган чизиқ *сув йиғувчи чизиқ* дейилади, бу чизиқ бўйича ёни сувлари оқади. Агар кенг ва узоққа чўзилса, *водий* дейилади. Дарёлар водийнинг сув йиғувчи чизиги бўйича оқади. Фарғона водийсидаги Сирдарё бунга мисол бўла олади. Агар сойда сув йиғувчи чизиқ иншаблиги катта

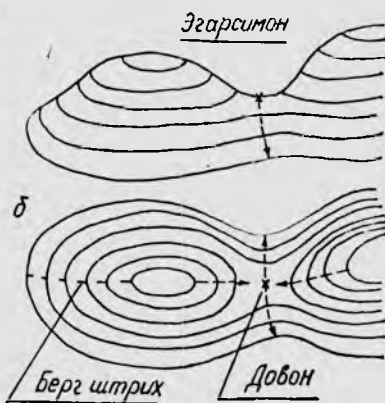
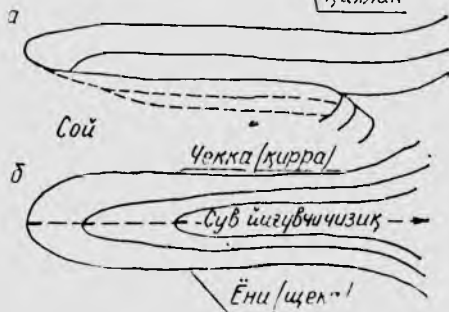
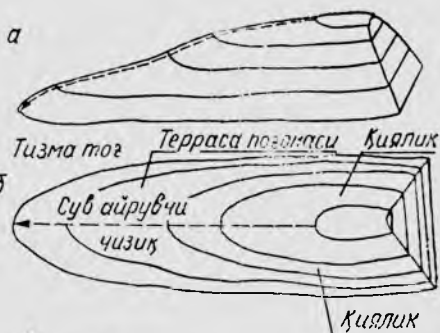
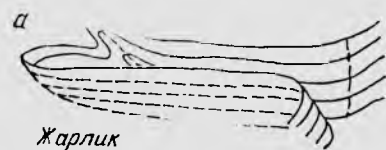


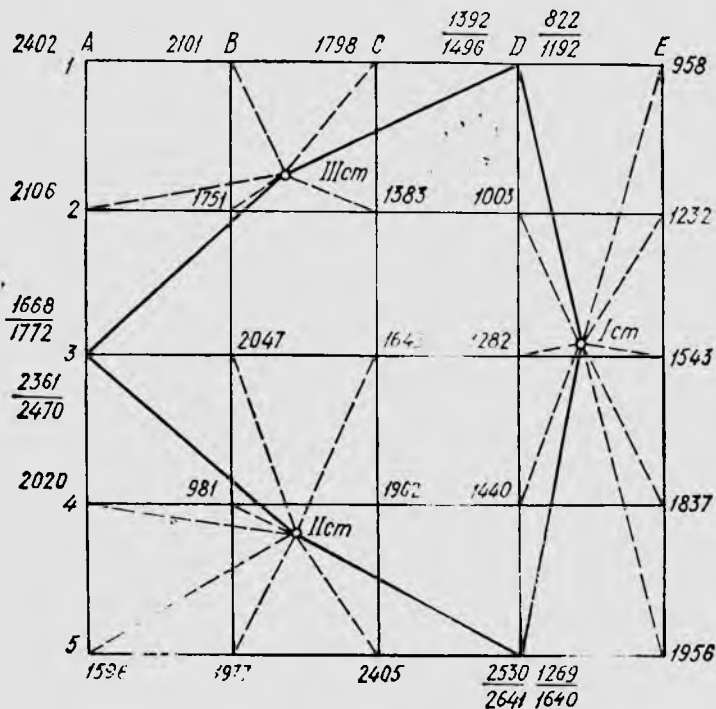
77- шакл.

ва тупроқ юмшоқ бўлса, сел сқимлари орқали ювилиб, ўпирилиш вужудга келади, кейин бу ерда жарлик ҳосил бўлади. Водийда текис майдончалар учрайдики, улар *терраса* дейилади.

Рельефни тасвирлаш. Рельеф қоғозда бир неча усулда тасвирланади. Нуқталар отметкаларини ёнига ёзиш, баландлигига қараб турли бўёқлар билан бўяш, турли йўғонликда ва турли қалинликда штрихлар чизиш, горизонталлар ўтказиш каби усуллар қўлланилади. Топографик план ва карталарда рельеф горизонталлар билан тасвирланади. Отметкаси бир хил нуқталардан ўтган эгри чизиқ *горизонтал* дейилади. Қўрида танишиб чиқилган рельеф турларини горизонталлар воситасида яққол. 0,5 м ва ундан кам кесимда аниқ тасвирлаш мумкин. Горизонталларнинг моҳияти 78-шаклда равшан кўрсатилган. Эгарсимон тепалик бир-биридан h баландликда жойлашган бир неча горизонтал текислик (сатҳий юза) W , T ва P билан кесилган. Кесишиш K , L , D , E , F , M ва C нуқталари проекцияси горизонтал текислик Q га туширилса, шаклдаги концентрик айланаларга ўхшаш ёпиқ чизиқлар ҳосил бўладики, улар жойнинг h кесимидаги горизонталларидир. W , T ва P лар орасидаги h кесим баландлиги дейилади T сатҳий юза кесгандаги DE ва FM кесимларининг Q даги горизонтали de ва fm бўлиб, булар бир хил отметкада бўлади. Шаклдаги BDN учбурчакликнинг BN томони vd га параллел, BD қия чизиқ гипотенуза бўлиб, унинг Q текисликдаги проекцияси $bd = a$, $vd = BN = \alpha$: бу проекция қўйилиш дейилади. BD қия чизиқнинг оғиш бурчаги α қиялик бурчаги ёки *вертикал бурчак* дейилади. 78-шаклдаги $DN = h$ бўлганидан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{DN}{BN} = \frac{h}{a}. \quad (\text{VII. I})$$





80- шакл.

рельефига қараб, нивелирлашнинг қўйидаги методларидан фойдаланилади:

- квадратлар бўйлаб нивелирлаш;
- параллел чизиклар бўйлаб нивелирлаш;
- магистраллар бўйлаб нивелирлаш.

Квадрат катаклар усули. Бу усулда жой қиялигига қараб, теодолит ёрдамида томони 20 ёки 40 метрли квадрат катаклар қўйидагича ясалади (80-шакл). *A* нуқтага теодолит ўрнатилиб, 1-верньер ноли лимб нолига тўғриланади-да, алидада маҳкамланиб лимб бўшатилади ва *E* нуқтага қаратилиб лимб маҳкамланади. *AE* чизикда ҳар 20 ёки 40 м дан *B*, *C*, ... нуқталари белгиланиб, қозик қоқилади, кейин алидада бўшатилиб 1-верньер 90° га тўғриланса, *AE* га перпендикуляр 1—5 чизик ясалади. Бу ерда ҳам 1—5 бўйича 20 ёки 40 м дан ўлчаб, 2, 3, ... нуқталар белгиланади-да, қозиклар қоқилади. Кейин теодолитни *B*, *C*, ... нуқталарга кўчирилиб, булардан ҳам *AE* га перпендикуляр бўйича 20—40 м дан ўлчаб, қозик қоқилади. Нуқталар *A*—2, *A*—3, ...; *B*—2, *B*—3, ... каби белгиланади ва қоқилган қозикларга ёзилади. Шу билан квадрат катаклар ясалган бўлади. Нивелирлаш олдидан квадрат катаклар схемаси алоҳида қогозга чизилади, бунга нивелирлашда рейкадан олини-

ган саноклар ҳар қайси нуқта ёнига ёзилади (80-шакл). Томоннинг узунлигига қараб, боғловчи нуқтанинг асбобдан узоқлиги 50 м дан ошмаслиги кўзда тутилиб, станциялар белгиланади ва шаклдаги каби нивелирланади. Нивелирлаш материаллари қуйидагича ишланади.

Нисбий баландликларни боғлаш усули. Жойдаги томоннинг узунлиги 40 м дан бўлган квадратларнинг схематик плани 1:1000 масштабда чизилган (80-шакл). Чизмада бурчак учларининг номерланиши қабул қилинган ҳолида асосида станциялар номери эса рим рақами билан кўрсатилган. Нивелирлаш тартиби ҳам схема тарзида берилган; боғловчи нуқталарга қараш йўналиши узлуксиз чизиқ билан, оралиқ нуқталарга қараш йўналиши эса пунктир чизиқ билан кўрсатилган. Боғловчи нуқталарга икки горизонтда қараб, икки санок, оралиқ нуқталарга бир горизонтда қараб бир санок олинган ва бу саноклар бурчак учларига ёзилган. Энди шу дала материаллари бўйича бурчак учларининг отметкаларини аниқлаш ва шу отметкалар бўйича горизонталлар ўтказиш, ўртача (ноль) отметкаларни аниқлаш каби ишлар билан танишайлик.

56-§. Бурчак учлари отметкаларини аниқлаш

Схематик пландаги саноклар бўйича нивелирлаш журнали тўлдирилади (21-жадвал). Бўйлама нивелирлашдаги каби, бунда ҳам нуқта отметкалари аниқланади.

Боғлаш нуқталарига қарагандаги чизиқлар нивелирлаш йўли деб қабул қилинса, бунда уч станцияли ёпиқ полигон ҳосил бўлади; шунга кўра, нисбий баландликлар йиғиндиси $\Sigma h = 0$ бўлиши керак. Агар шарт бажарилмаса, яъни $\Sigma h = f_h$ бўлса, бундаги боғланмаслик хатоси f_h қуйидаги чегарадан ошмаслиги шарт:

$$f_h = \pm 10 \sqrt{n} \text{ мм}, \quad (\text{VII. 2})$$

бунда n —станциялар сони.

Журналга кўра, $\Sigma h = f_h = (+446) + (-447,5) = -1,5 \text{ мм}$; $n = 3$ бўлганидан (VII. 2) формулага кўра, йўл қўйрили хато $f_h = \pm 10 \sqrt{3} = \pm 17 \text{ мм}$ бўлади.

Мисолдаги хато—1,5 мм, чекли хато +17 мм дан кичик бўлганидан у хато ишорасига тескари ишора билан нисбий баландликларга +0,5 ва +1 мм дан (журналда кўрсатилганидек) таркатилади. Сўнгра нисбий баландликлар асосида боғловчи нуқталарнинг отметкалари, асбоб горизонти асосида эса оралиқ нуқталарнинг отметкалари топилади (VI бобга қаранг). Ҳисоблаш иши 21-жадвалда тўла кўрсатилган.

Горизонт айирмаларини боғлаш усули. Агар юза маълум бир горизонтда нивелирланаётган бўлса рейка санокларининг тўғрилиги асбоб горизонти орқали текширилади. Масалан жой томонлари 100 м дан бўлган квадратларга бўлинган дейлик (81-шакл). Квадрат учлари шаклда кўрсатилганидек номерланади. Нивелирлашда нивелир квадратлар ўртасига (станцияларга) ўрнатилади.

	A	B	C	D	E
1	1563 I 438,663	1348	1885 II 437,099	1142	1736 III 437,694
2	1978 1176 VII/1 435,813	1670	2205	1465	2061 1320 IV 437,010
3	1756 1925 VII 435,982	1407	1783	422	558 1036 V 436,127
4	2396 2158	2158	2347	1965	1902 1571

81- шакл.

Мисолда станциялар сони 8 та (улар рим рақамлари билан кўрсатилган.) Нивелирлашда рейкалар квадрат учларига қўйилади ва олдинги саноклар шу квадратнинг тегишли бурчак учлари ёнига ёзилади. Кетинги санокларни a , олдинги санокларни b билан белгилайлик. I станциядан IB ва 2B учларига қараб рейкадан олинган олдинги санокларни b_1, b_2 (81-шаклга қараган), II станциядан яна шу IB, 2B учларига қараб рейкадан олинган кетинги санокларни a_1, a_2 десак, шу нуқталарнинг нисбий баландликлари $h = b_1 - b_2$ ва $h = a_1 - a_2$ бўлади. Шундан

$$\begin{aligned} a_1 - a_2 &= b_1 - b_2 \text{ ёки} \\ a_1 - b_1 &= a_2 - b_2 \quad (\text{VII. 3}) \end{aligned}$$

Агар $a_1 - b_1$ ва $a_2 - b_2$ айирмалари (бу айирмалар икки станция горизонтининг айирмаси дейилади) бир-бирига тенг бўлса, иккала станцияда рейкалардан олинган саноклар тўғри деб ҳисобланади. Масалан IB — 2B томонининг икки ёнидаги қўшни станция горизонтларининг айирмаси IB учиди $1885 - 1348 = +537$; 2B учиди $2205 - 1670 = +535$ мм. Айирмалар орасидаги 2мм фарқ нивелирлаш хатосидир. Бу хато 4 мм гача йўл қўярли деб ҳисобланади.

Шу тартибда иккала станцияга умумий томон учларидаги горизонтлар айирмаси, кейин бу айирмаларнинг ўрта арифметик қиймати ҳисоблаб топилади. 81-шаклда кўрсатилган рейка саноклари ва уларни асбоб горизонти усулида ишлаш тартиби 22-жадвалда келтирилган.

Жадвалдаги станциялар номери шаклдаги рим рақами билан белгиланган квадратлар номерига тўғри келади. I ва II квадрат горизонтлари айирмаларининг ўрта арифметик қиймати $\frac{537 + 535}{2} = 536$ бўлади; шу сон «ўртача» деган графага ёзилади. Нивелирлаш 2A, 2B нуқталардан бошланиб, 8 станцияли нивелирлаш йўли ҳосил қилади-да яна шу нуқталарда тугайди (яъни ёпиқ нивелирлаш йўли ҳосил бўлади). Шунга кўра, горизонт айирмалари ўртача қийматларининг йиғиндиси $\sum r_0 = 0$ бўлиши керак; мисолимизда: $\sum r_0 = f_h = +1945,5 - 1942 = +3,5$ мм; демак, ёпиқ йўлдаги боғланмаслик хатоси +3,5 мм. Чекли хато эса (VII. 2) формулага кўра, $f_{\text{чек}} = \pm 10 \sqrt{8} = \pm 29$ мм.

Боғланмаслик хатоси (+3,5 мм) йўл қўярли бўлганидан, у теккари ишора билан 0,5 ва 1 мм дан 22-жадвалдаги каби бўлиб бе-

Юза нивелирлаш журнали

Станциялар	Квадрат учлари	Рейка аноқлари			Ўртача санок		Нисбий баландлик		Асбоб горизонти	Отметка II
		кетинги	оралиқ-даги	олдин-ги	кетин-ги	олдин-ги	+	-		
I	1D	822			1007				121,192	120,000
		1192								120,234
	1E		958							119,960
	2E		1232							119,649
	3E		1543							119,355
	4E		1837							119,236
	5E		1956							120,189
	2D		1003		2585,5	14545		+0,5	122,194	119,910
	3D		1282					447,6		119,743
	4D		1449							119,553
	5D	2536		1260						120,551
	3	2611	1643	1610						120,232
	4C		1962							119,795
	5C		2405							120,147
	3B		2047							121,213
	4B		981							120,217
II	5B		1977							120,174
	4A		2020		1720	2515,5	170		121,495	120,598
	5A		1596							199,723
				2361						119,697
	3A	1668		2470						120,112
	1C	1772	1793							119,394
	2C		1383							119,744
	1B		2101							119,093
	2B		1751							119,389
	1A		2402							
III	2A		1206							
				1392			+1			
	1D			1496		1444	276			120,00
		10625		10628	5312,5	5314	446	447,5		
		-3			-1,5		-1,5			

рилади; тузатмалар ишораларига қараб қўшилиб ёки аъирлиб, горизонт айирмалари топилади ва «тузатилган» деган графага ёзилади; булар йиғиндиси нолга тенг.

Кейин 1A учининг берилган отметкасига шу нуқтадан олинган санок қўшилиб, I станциянинг асбоб горизонти H_{i1} топилади:

$$H_{i1} = 435,000 + 1563 = 436,563 \text{ м.}$$

Кейинги станцияларнинг сабаб горизонтлари қуйидаги формуладан топилади:

$$H_{in} = H_{in-1} + r_{n-1}; \quad (\text{VII. 4})$$

Горизонт айрмаларини боғлаш жадвали

Станциялар	Нуқта- лар номи	Рейка саноклари		Горизонт айрмалари r						Асбоб горизонти	Отметкалар H
		кетинги a	олдиги b	$\pm$	ҳисоб- ланган ни	$\pm$	ўрта- часи	$\pm$	туза- тилгани		
I	1 A	1563								436,563	435,000
	2 A	1928									434,635
	1 B		1348	+	537	+	536	+	536		435,212
	2 B		1670	+	535						434,893
II	1 B	1885								437,099	
	2 B	2205									
	1 C		1142	+	594	+	- 1 595	+	594		435,954
	2 C		1165	+	596						436,634
III	1 C	1736								437,693	
	2 C	2061	2061	-	681	-	683	-	683		436,492
	1 D		1201								435,913
	2 D		1780	-	685						
IV	2 C	1380								437,010	
	2 D	1095									
	3 C		1240	-	832	-	- 1 882	-	883		435,770
	3 D		1918	-	882						136,092
V	3 D	1036								436,127	
	3 C	358	358	+	64		- 0,5 63,5	+	63		434,616
	4 D		1511								434,225
	4 C		1902	+	63	+					
VI	3 C	422								336,190	
	4 C	1965	1783	-	207	-	208	-	208		434,407
	3 B		2317	-	209						433,844
	4 B										
VII	3 B	1576		-	169				-	431,982	
	4 B	2138									
	4 A		2396			-	169	-	169		433,586
	3 A		1925	-	169						434,057
VIII	3 B	1407								435,813	
	3 A	1756									
	2 B		920 1176	+	750	+	- 1 751	+	750		434,893
	2 A			+	752						434,637
						+	1945,5	+	1943		
						-	1942	-	1943		
						$f_n = + 3,5$		0,000			

Бу формулага кўра, иккинчи станциянинг асбоб горизонти:

$$H_{i_2} = H_{i_1} + r_1 = 436,563 + 536 = 437,099 \text{ .M.}$$

учинчи станциянинг асбоб горизонти:

$$H_{i_3} = H_{i_2} + r_2 = 437,099 + 594 = 437,693 \text{ м}$$

ва ҳоказо бўлади.

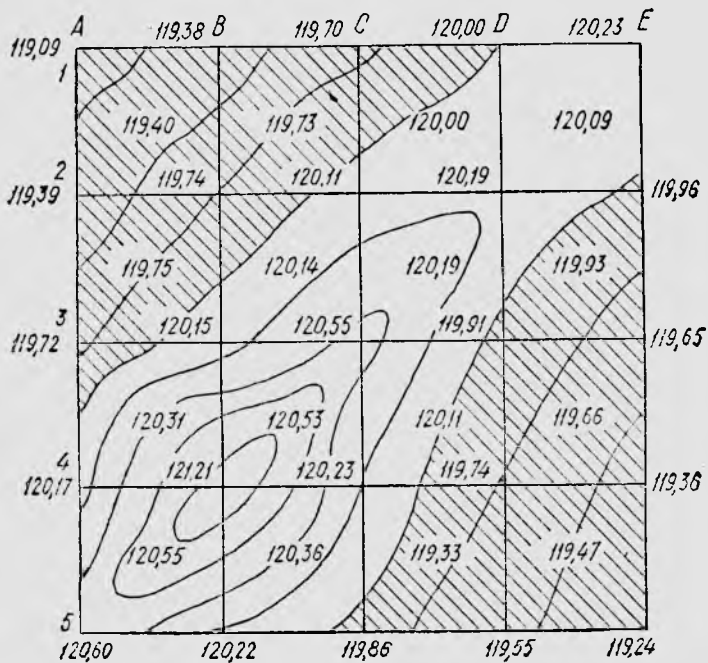
Асбоб горизонтлари 22-жадвалнинг тегишли графасига (шаклда эса ҳар қайси квадрат ўртасига) ёзилади. Кейин квадрат учларининг отметкалари қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$H_0 = H_t - b_0, \quad (\text{VII. } 5)$$

бу ерда H_0 — исталган нуқтанинг отметкаси; b — шу нуқтада рей-
кадан олинган саноқ. Бу отметкалар 22-жадвалда квадрат учларининг
номери қаторига ёзилган.

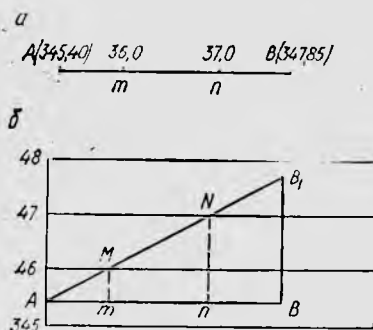
57- §. Отметкалар бўйича горизонталлар ўтказиш

Квадрат учларининг отметкалари аниқлангандан кейин, нивелирланган жойининг схематик плани чизилади. 81-шаклдаги квадрат учларининг ҳисобланган отметкалари 22-жадвалдан сантиметргача яхлиглаб олиниб, бурчак учлари номери ёнига ёзилади (82-шакл). Шу отметкалар бўйича талаб қилинган кесим баландлигида ($h = 0,50$ м



82- шакл.

ёки $h = 0,25$ м да) горизонталлар ўтказилади. Мисолда кесим баландлиги $h = 0,25$ м деб олинган. Берилган икки нуқта отметкалари бўйича шу нуқталарни туташтирувчи чизиқда маълум кесим баландлигидаги горизонталлар ўтадиган нуқталар ўрнини аниқлаш *интерполяция* қилиш дейилади. Интерполяция аналитикавий ёки графикавий усул билан бажарилиши мумкин. Мисолимизда ҳар $0,25$ м да интерполяция қилишнинг графикавий усулларини кўриб чиқайлик. Графикавий усуллар аналитикавий усулга асосланганлигидан, аввал аналитикавий усулнинг моҳияти билан қисқача танишиб чиқамиз.



83- шакл.

либ, уларга мисолдаги энг кичик отметкадан бошлаб сонлар ёзилади (мисолда 345,0 дан бошланган). Кейин A отметкаси бўйича нуқта белгиланиб, шаклдаги каби AB чизиқ чизилади. B дан чиқарилган тик чизиқда B отметкаси бўйича B_1 нуқта белгиланади, у A билан туташтирилса, AB чизиқ профили AB_1 топилади. AB нинг 46,00 ва 47,00 отметкали горизонтал чизиқлар билан кесилган M ва N нуқталарнинг AB га текширилган проекциялари m ва n белгиланади. AMm ва ANn ларнинг ABB_1 учбурчакликка ўхшашлигидан қуйидагиларни ёзамиз:

$$\frac{Am}{Mm} = \frac{An}{Nn} = \frac{AB}{BB_1} \text{ ёки } Am = \frac{AB}{BB_1} \cdot Mm; \quad An = \frac{AB}{BB_1} \cdot nN;$$

бу ердаги белгисиз $Am = d_1$ ва $An = d_2$ ларни аниқлаш учун тенгламадаги ҳадлар қийматини қўямиз. $AB = d$ — масштаб бўйича ўлчаб топилади, $BB_1 = H_B - H_A$, $Mm = H_m - H_A$; $Nn = H_N - H_A = H_m + h$, шунда

$$d_1 = \frac{d}{H_B - H_A} \cdot (H_m - H_A); \quad (a)$$

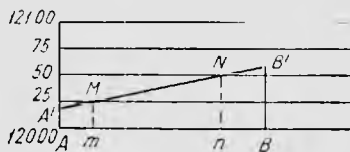
$$d_2 = \frac{d}{H_B - H_A} \cdot (H_N - H_A) \quad (b)$$

бўлади. Маълум қийматлар (a) ва (b) га қўйилиб, d_1 ва d_2 топилгач, 83-шакл, a да A дан d_1 ва d_2 ни масштаб бўйича ўлчаб қўйсак, 46,00 м ва 47,00 м отметкали m ва n нуқталар топилади.

Аналитикавий усул кўп ҳисоблаш ишлари ҳамда ортиқча вақт талаб қилинганлигидан, графикавий усул ишлатилади.

Графикавий усуллар. Интерполяция қилишнинг қуйидаги графикавий усуллари мавжуд.

1. Ўлчагич ишлатилиб интерполяция қилиш. Схема (84-шакл) да кўрсатилган квадратлардан бирининг томонини, масалан, 5 A ва 5 B учларини туташтирган томонни олайлик. 5 B нуқта-

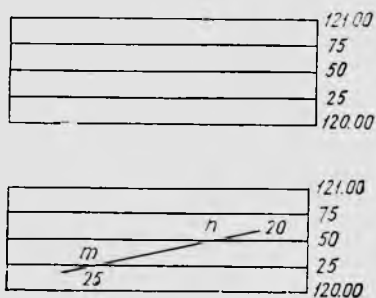


84-шакл.

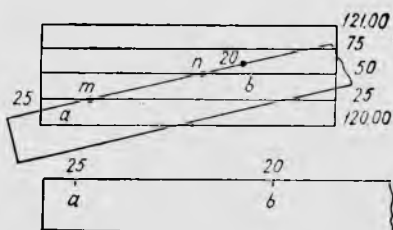
нинг отметкаси 120,22 м, 5 A нуқтаники эса 120,60 м. Шу икки нуқта оралигида отметкалари 120,25 м ва 120,50 м бўлган нуқталар ўрнини топиш учун миллиметрли қозғоз олиб, ҳар 1 ёки 0,5 см дан горизонтал чизиқлар белгиланади; сўнгра 5 A — 5 B томон узунлиги (4 см) миллиметровканинг бир қуюқ горизонтал чизиги бўйича қўйилади (84-шакл). Чизиқ учлари A ва B билан белгиланади ва шу чизиқ отметкаси 120,00 м деб қабул қилинади. A ва B нуқталардан чиқарилган перпендикуляр чизиқлар бўйича ихтиёрий йирик масштабда (масалан, 1 см ни 0,5 м деб қабул қилиб) 5 B ва 5 A нуқталарнинг 120,00 дан бўлган баландлиги (яъни AB чизикдан юқорига 0,22 м ва 0,60 м) ўлчаб қўйилади. Топилган A' ва B' нуқталар туташтирилса, 5 B ва 5 A нуқталар ўртасидаги чизиқ профили ҳосил бўлади. Энди отметкалари 120,25 м ва 120,50 м бўлган горизонтал чизиқларнинг $A'B'$ чизиқ билан кесишган M ва N нуқталарининг AB чизикқа туширилган горизонтал проекциялари m ва n лар белгиланади. Бу нуқталар отметкаси 120,25 м ва 120,50 м бўлган горизонталлар ўтадиган нуқталар ўрни бўлади. Ўлчагич билан Am ва An кесмалар катакнинг 5 B — 5 A томонига 5 B учидан бошлаб қўйилса, нланда отметкалари 120,25 м ва 120,50 м бўлган горизонталлар ўтувчи нуқталар ўрни топилади. Ҳар қайси томон ҳам шу тартибда интерполяция қилинади. Квадрат ичида горизонталлар ўтадиган нуқталарни аниқроқ белгилаш учун квадратнинг бирор диагонали бўйича ҳам интерполяция қилиш керак. Бунинг учун отметкалари бир-биридан катта фарқ қиладиган квадрат диагонали бўйича интерполяция қилинади. Томонлар интерполяция қилингандан кейин отметкалари бир хил (тенг) бўлган нуқталар равон эгри чизиқлар билан туташтирилса, горизонталлар ҳосил бўлади. Горизонталлар жой рельефининг характерига қараб, тўғри чизиқ кўринишида, параллел ҳолда ўтиши мумкин.

Калька билан интерполяция қилиш. Бунинг учун 10 × 10 см катталиқда калька (восковка) олинади ва оралари бир-бирига тенг бўлган параллел чизиқлар чизилади. Бу чизиқлар учига квадрат учларидаги отметкаларнинг энг кичигидан бошлаб ёзилади (85-шакл).

Сўнгра $5B-5A$ томон устига калька шундай қўйиладики, $5B$ уч устига 120,00 ва 120,25 отметкали параллел чизиқлар орасидаги 120,22 м отметкали нуқта тўғри келсин. Шу туришда $5A$ уч устига 120,50 ва 120,75 отметкали, параллел чизиқлар орасидаги 120,60 отметкали нуқта тўғри келгунча калька бурилади. Калькани шу вазиятда тутиб, ундаги 120,25 м ва 120,50 м отметкали параллел чизиқларнинг пландаги $5B-5A$ томон билан кесишув m ва n нуқталарини қалам учи билан босиб, ўринлари планга туширилади. Сўнгра калька олиниб, нуқта ўрни қалам билан белгиланади. Бу туширилган нуқталар $5B-5A$ томондаги 120,25 м ва 120,50 м отметкали



85- шакл.



86- шакл.

горизонталлар ўтадиган нуқталар бўлади. Бошқа томонлар ҳам шу тартибда интерполяция қилинади.

Лента қоғоз билан интерполяция қилиш учун 10×10 см катталиқдаги миллиметровкали қоғоз олиб, бир ёки ярим сантиметрли чизиқлар учига нуқталар отметкасига ва кесим баландлигига қараб отметкалар ёзилади (86- шакл). Сўнгра қатин оқ қоғоздан эни 2 см, узунлиги 10 см бўлган лента қирқиб олинади. Лентанинг бир чети $5B-5A$ томонга қўйилиб, лента четида $5B$ ва $5A$ нуқталар ўрни a ва b белгиланади. Кейин лента қоғоз миллиметровка устига шаклда кўрсатилганидек шундай қўйиладики, белгиланган a нуқта 120,22 отметка устида, b нуқта эса 120,60 отметка устида ётсин. ab чизиқнинг 120,25 ва 120,50 отметкали горизонтал чизиқлар билан кесишган нуқталари m ва n лар лентада белгилаб олинади. Сўнгра лентани миллиметровкадан олиб, $5B-5A$ устига шундай қўйиладики, $5B$ устида a , $5A$ устида b нуқта турсин. Кейин лента четида белгиланган m ва n нуқталар бўйича $5B-5A$ да 120,25 ва 120,50 отметкали горизонталлар ўтадиган нуқталар белгиланади.

Квадратларнинг барча томонлари ва бир диагонали бўйича интерполяция қилинганидан кейин горизонталлар ўтказилади. Шунда жой рельефи горизонталлар билан тасвирланади (82- шакл).

Қўйинча, инженерлик нишооти қуриладиган майдон юзасини горизонталлар билан тасвирлаш кифоя қилмайди. Инженерлик ишларининг талабига қараб жойини текислаш керак бўлади. Техникавий шаронглар ва нишоотнинг вазифасига қараб, қабул қилинган лойиҳавий отметка бўйича (ёки жой рельефининг ўргача отметкаси бўйича) ер ишлари ҳажми, яъни қазиниш ва туңроқ солиниш ишларининг ҳажми топилади. Лойиҳавий отметка сифатида, қўйинча, ер сирги нуқталарининг ўртача отметкаси қабул қилинади ва ҳисоблаш ишлари қуйидаги тартибда олиб борилади. Аввало квадрат учлари отметкаларининг ўрта арифметик қиймати топилади. Лойиҳавий отметка тенг аниқсиз ўлчашдаги умумий ўрта арифметик қийматни ҳисоблаш формуласи (III. 21) д н топилади:

$$H_0 = \frac{[p H]}{[p]}, \quad (\text{VII. } 6)$$

бунда H_0 — лойиҳавий отметка; P — квадрат учларидаги бурчаклар сони, H — олинган бурчак учининг отметкаси.

Лойиҳавий отметкани аниқлашда қуйидаги формуладан фойдаланиш маъқул:

$$H_0 = \frac{4 \sum H_n + 2 \sum H_c + \sum H_o}{4n} \quad (\text{VII. } 7)$$

бунда $\sum H_n$ — ички квадрат бурчак учлари (мисолда 9 та, 82-шакл) отметкаларининг йиғиндиси; $\sum H_c$ — четки квадратлардаги четки бурчак учлари (мисолда 12 та) отметкаларининг йиғиндиси; $\sum H_o$ — тўрт-бурчаклик учларининг (мисолда 4 та) отметкалари йиғиндиси; n — квадратлар тўридаги квадратлар сони (мисолда 16 та.) Шундай қилиб:

$$\sum H_n = 119 \cdot 9 + (0,74 + 1,11 + 0,19 + 0,91 + 0,74 + 1,23 + 2,21 + 1,15 + 1,55) = 119 \cdot 9 + 10,83 = 1081,83;$$

$$\sum H_c = 119 \cdot 12 + (0,96 + 0,65 + 0,36 + 0,55 + 0,80 + 1,22 + 1,17 + 0,72 + 0,39 + 0,39 + 0,70 + 1,00) = 119 \cdot 12 + 8,91 = 1436,91;$$

$$\sum H_o = 119 \cdot 4 + (0,09 + 1,23 + 0,24 + 1,60) = 119,4 + 3,16 = 479,16.$$

Топилган қийматлар (VII. 6) га қўйилса:

$$H_0 = \frac{4 \cdot 1081,83 + 2 \cdot 1436,91 + 479,16}{4 \cdot 16} = \frac{4327,32 + 2873,82 + 479,16}{64} = 120,00 \text{ м}$$

бўлади. Кўпинча, лойиҳавий отметкани аниқлаш учун ҳар қайси квадрат учларининг отметкалари бўйича шу квадратнинг ўртача отметкаси топилади ва квадрат ўртасига ёзилади (82-шакл). Кейин топилган ўртача отметкаларнинг ўрта арифметик қиймати аниқланади ва бу отметка лойиҳавий отметка дейилади.

Лойиҳавий отметка аниқлангандан кейин пландаги отметкалар лойиҳавий отметкага тенг нуқталар эгри ёки тўғри чизик билан туташтирилса, ноль чизик ҳосил бўлади, бу чизик қазилишни ва тупроқ тўкилишни керак бўлган майдон чегарасини кўрсатади ва, кўпинча, кўк туш билан чизилади. Панда тупроқ тўкиладиган (кўтарма) майдон юзаси оч қизил ранг билан, қазиладиган (қазилма) майдон юзаси оч яшил ранг билан бўялади ёки турли штрихлар билан белгиланади. Лойиҳавий чизик қизил туш билан чизилади.

Агар нивелирланган майдонда горизонтал юза лойиҳаланмай, балки маълум нишабликдаги юза лойиҳаланса, бунда ҳар қайси бурчак учидаги лойиҳавий отметка турлича бўлади ва у масофа ҳамда нишаблик орқали топилади. Ҳисобланган лойиҳавий отметкалар ўз квадрат учларига (лоийҳавий отметка чизик устига, ер сатҳининг отметкаси эса чизик остига) ёзилади.

59-§. Иш отметкаларини аниқлаш

Квадрат учларидаги тупроқ қазини чуқурлиги ва тупроқ тўкинш баландлигини кўрсатадиган иш отметкаларини аниқлаш учун лойиҳавий отметкадан ҳар қайси бурчак учининг топилган отметкаси айрилади. Агар квадрат учи отметкаси лойиҳавий отметкадан катта бўлса, айирма манфий бўлиб, бу тупроқ қазини (қазилма) чуқурлигини, айирма мусбат бўлганда эса тупроқ тўкинш (кўтарма) баландлигини

23 - жадвал

Ер ишлари жадвали

Нуқталар номи	Иш отметкалари, м		Нуқталар номи	Иш отметкалари, м	
	қазима (қазини)	кўтарма (тўкинш)		қазима (қазини)	кўтарма (тўкинш)
1A		0,91	3D		0,09
1B		0,61	3E		0,35
1C		0,30	4A	0,17	
1D		0,00	4B	1,21	
1E	0,23		4C	0,23	
2A		0,61	4D		0,26
2B		0,26	4E		0,64
2C	0,11		5A	0,60	
2D	0,19		5B	0,22	
2E		0,04	5C		0,20
3A		0,28	5D		0,45
3B	0,15		5E		0,76
3C	0,55				

кўрсатади. Масалан, 1 А учида $120,00 - 119,09 = + 0,91$ м (бу ерга тупроқ тўкилади); 2 С учида $120,00 - 120,11 = - 0,11$ м (бу ерда қазилади) ва ҳоказо.

Аниқланган иш отметкалари махсус ер ишлари жадвалига ёзилади (23- жадвал).

Иш отметкаларини планда тегинчи бурчак учлари ёнига қизил туш билан ўз ишораларида ёзиб қўйиш ҳам мумкин. Бунда қайси нуқтада қанча қазиниш ва қанча тупроқ тўқини кераклиги яққол кўрилади.

Ер ишларининг ҳажмининг аниқлаш учун, аввало ҳар қайси квадратдаги иш ҳажми топилади.

Бу квадратлардаги ер ишлари ҳажми асосий квадрат юзига тенг бўлган призма ҳажмига барабар. Призманинг баландлиги сифатида квадрат бурчак учлари иш отметкаларининг ўрта арифметик қиймати олинади:

$$h_0 = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}, \quad (\text{VII.8})$$

бунда h_1, h_2, h_3 , ва h_4 — квадрат учларидаги иш отметкалари. Шунда ер ишлари ҳажми

$$v = h_0 \cdot S \quad (\text{VII.9})$$

бўлади, бу ерда S — квадрат юзи (ёки юзining бир қисми); ҳар қайси квадратнинг ҳисобланган ер ишлари ҳажми квадрат ўртасига қавс ичига олиб ёзилади.

Кейин барча қазинишлар ҳажми ва умумий ер ишларининг баланси топилади.

VIII БОБ.

ТАХЕОМЕТРИК СЪЁМКА

60- §. Тахеометрик съёмканинг моҳияти

Тахеометрия сўзи тез ўлчаш деган маънони билдиради. Тахеометрик съёмкада горизонтал ва вертикал съёмка бир вақтнинг ўзида бир асбоб билан бажарилади. Бунда доғравий ёки автомат тахеометрлардан фойдаланилади. Буссоль, дальномер ва вертикал доира билан таъминланган, яъни ҳам вертикал, ҳам горизонтал съёмкага мосланган такрорий теодолит *доғравий тахеометр* дейилади.

Доғравий тахеометр билан ишлашда масофа иплар тўридаги дальнометр иплари орқали рейкадан олинган саноқлар айирмаси бўйича ҳисоблаб топилади. Визирлаш чизиқларининг йўналишини буссоль орқали ориентирланган тахеометр лимбидан олинган саноқлар бўйича аниқланади. Нуқталар орасидаги нисбий баландлик эса масофа ҳамда вертикал бурчак орқали тригонометрик формулалар билан ҳисоблаб топилади.

Автомат тахеометр билан ишлашда масофа ва нисбий баландлик асбобидаги диаграммалар орқали рейкадан олинган саноқлар бўйича автоматик равишда топилади.

Энди, доиравий тахеометрнинг бўлаклари билан танишиб чиқамиз.

61- §. Дальномер ва у билан масофа ўлчаш

Масофани лента каби воситалар билан бевосита ўлчаш ўнқир-чўнқир жойларда ва экинзорларда анча қийин. Бундай жойларда дальномердан фойдаланиш қулай. Дальномер ўзгармас бурчакли ва ўзгармас базисли бўлади.

Ўзгармас бурчакли дальномер. Бу дальномер кўпинча, ипли дальномер дейилади. Асбоб билан рейка қўйилган нуқта орасидаги масофани D десак, у қуйидаги формуладан аниқланади:

$$D = Kn + c, \quad (\text{VIII. 1})$$

бунда K — дальномер коэффициенти; n — дальномернинг юқори ва қуйи ипларидан олинган саноқлар айирмаси ($n = n_2 - n_1$) бўлиб, рейка саноғи дейилади ва см ҳисобида кўрсатилади (37- шакл); c — дальномер константаси.

Ташқи фокусланадиган трубаларда K ва c қийматлари алоҳида топилади. Ҳозирги асбобларнинг трубалари ички фокусланадиган қилиб ишланади, бу трубаларда $c = 0$, $K = 100$ бўлганидан, дальномер формуласи қуйидагича ёзилади:

$$D = 100n, \quad (\text{VIII. 2})$$

яъни рейкадаги 1 см жойдаги 1 м га тўғри келади. Масалан, дальномернинг кўринган юқори иппини рейканинг 1000 саноғига тўғриласак, $n_1 = 1000$ бўлади. Қуйи иппида мм аниқлигида олинган саноқ $n_2 = 1685$ бўлса, $n = n_2 - n_1 = 1685 - 1000 = 685$ мм, яъни $n = 68,5$ см бўлади. Буни (VIII.2) формулага қўйсак, $D = 100 \cdot 68,50 \text{ см} = 68,50 \text{ м}$ бўлади. Ипли дальномернинг иплари ҳозирги теодолит ва нивелир турларида ҳар хил ўрнатилган.

Ипли дальномер билан масофа ўлчаш аниқлиги ўрта ҳисобда 1:300 бўлганидан, масофани аниқроқ ўлчашда ўзгармас базисли дальномер ишлатилади.

Ўзгармас базисли дальномер. Бунда масофа горизонтал вазиятда ўрнатилган l узунликдаги рейканинг икки учига (базисга) қараб ўлчанадиган параллактик бурчак β орқали қуйидагича аниқланади:

$$D = \frac{k}{\beta},$$

бу ерда k — дальномер коэффициенти ($k = l_p$). Шунга кўра, k ўзгармас бўлиб, D масофаси β га қараб ўзгаради. Бунда β бурчак секунд аниқлигида ўлчанади; дальномернинг аниқлиги 1:1500 бўлади. Бу дальномер алоҳида насадкадан иборат бўлиб, ТТ-50 теодолитининг объективига ўрнатилади ва ДНБ, ДНТ деб аталади.

Ҳозирги насадка ДНТ- 2 деб аталади, у ТТ- 4, ТТ- 5, ТН асбоб-
ларига ўрнатиш учун мослаб ишланган.

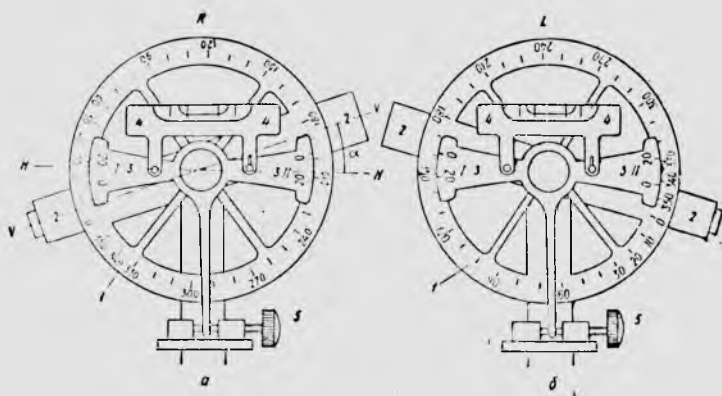
ДД- 3 дальномери ҳам ТТ- 5, ТН, ТТ- 4 теодолитлари объекти-
виге ўрнатиладиган насадка бўлиб, 250 м гача масофа махсус вер-
тикал рейкадан мосламалар ёрдамида олинадиган саноклар орқали
1:2000 аниқликда ўлчанади.

ДАР- 100 дальномери — 200 м гача масофанинг горизонтал қўйили-
шини автоматик равишда аниқлашга мосланган. Бу ТТ- 5 тео-
долитлари объективига ўрнатиладиган ихчам насадкадан иборат.
Бунда ҳам ДД-3 даги вертикал рейка ишлатилади, лекин ДД- 3 да
қия чизиқ узунлиги ўлчанса, ДАР- 100 да горизонтал қўйилиш ўл-
чанади. Бу авторедукцион дальномер дейилади.

Булардан ташқари, узоқ масофаларни ўлчаш учун ишлатиледи-
ган ёруғлик ва радио дальномерлар ҳам бор, уларнинг аниқлиги
1:10000 дан 1:300000 гача боради. Масалан, СТ-62 М ёруғлик
дальномери билан 200 м дан 2000 м гача масофани 2 см хато би-
лан ўлчаш мумкин.

62- §. Вертикал доира ва вертикал бурчакни ўлчаш

Қиялик бурчакларини (вертикал бурчакларни) ўлчаш учун тру-
банинг айланиш ўқиға қўйма қилиб вертикал доира (1) ўрнатилган,
унинг марка ига икки учида верньер бўлган алидада (3) ўрнатилган
(87- шаклда ТТ- 5 вертикал доираси келтирилган). Лимб труба би-
лан бирга вертикал текисликда айланади, алидада қўзғалмай туради.
Лимбнинг айланиши, шаклдагидек, соат стрелкаси йўли бўйича 0°
дан 360° гача турли аниқликда бўлинган. 0° — 180° диаметри кўриш



87- шакл. Вертикал доира:

VV—кўриш ўқи; HH—горизонтал чизиқ; а—вертикал бурчак; 1—вертикал доира
(R); 2—кўриш труба; 3—алидада; 4—цилиндрик адиллак; 5—микрометрик
винт; 1, 3, 3—верньерлар.

ўқининг горизонтал туришига тўғри келади. Лимб бўлакларидан верньер орқали саноқ олинади. Саноқ олишдан аввал вертикал доира адилагги (4) микрометрик винт (5) билан горизонтал разиятга келтирилиши керак. Доира трубага нисбатан ўнгда турганда (87- шакл, а) олинган саноқ $D\mathcal{Y}(R)$, чапда турганда (87- шакл, б), олинган саноқ $D\mathcal{Y}(L)$ билан белгиланади. Доира ўнгда бўлиб, кўриш ўқи горизонтал турганда $D\mathcal{Y}$ саноги $0^{\circ}00'$ бўлиши керак, лекин асбобдаги камчиликлар сабабли ноль ўрнига бошқа саноқ олинадики, бу саноқ ноль ўрни дейилиб, $H\mathcal{Y}$ билан белгиланади. Доира ўнгда турганда труба бирор M нуқтага қаратилса (87- шакл), вертикал α бурчак $D\mathcal{Y}$ саноидан $H\mathcal{Y}$ нинг айрилганига тенг бўлади:

$$\alpha = D\mathcal{Y} - H\mathcal{Y} \text{ ёки } \alpha = R - H\mathcal{Y}. \quad (\text{VIII.3})$$

Кейин труба зенит орқали айлантйрилиб, яна ўша M нуқтага қаратилса (бунда вертикал доира трубанинг чап томонда бўлади), α бурчак $H\mathcal{Y}$ дан $D\mathcal{Y}$ саногининг айрилганига тенг бўлади:

$$\alpha = H\mathcal{Y} - D\mathcal{Y} \text{ ёки } \alpha = H\mathcal{Y} - L. \quad (\text{VIII.4})$$

Бу ерда α ва $H\mathcal{Y}$ номаълум бўлганидан улар қуйидагича аниқланади. (VIII.3) формула (VIII.4) формулага қўшилса,

$$2\alpha = D\mathcal{Y} - D\mathcal{Y}$$

ёки

$$\alpha = \frac{D\mathcal{Y} - D\mathcal{Y}}{2} \text{ ёки } \alpha = \frac{R - L}{2} \quad (\text{VIII.5})$$

бўлади. (VIII.3) дан (VIII.4) айирилса, $2 H\mathcal{Y} = D\mathcal{Y} - D\mathcal{Y}$ ёки $H\mathcal{Y} = \frac{D\mathcal{Y} + D\mathcal{Y}}{2}$ ёхуд $H\mathcal{Y} = \frac{R + L}{2}$ (VIII.6) бўлади. Бу ердаги (VIII.3, 4, 5) формулалар α ни аниқлаш формуллари бўлиб, (VIII.5) формула эки доирадан саноқ олганда ишлатилади. $H\mathcal{Y}$ маълум бўлганда бир доира саноги билан α ни ҳисоблашда (VIII.3) ёки (VIII.4) формулалар фойдаланилади. (VIII.5) га (VIII.6) формулалар ишлатилганда 0° дан кичик бўлган саноқларга 360 қўшилиб, шундан кейин ҳисоблаш нинг бажарилади.

Мисол. $D\mathcal{Y} = 4^{\circ}48'$, $D\mathcal{Y} = 355^{\circ}14'$ бўлса, (VIII.5) га бйноан $\alpha = \frac{4^{\circ}48' + 355^{\circ}14' - 355^{\circ}14'}{2} = +4^{\circ}47'$, (VIII.6) га бйноан эса $H\mathcal{Y} = \frac{4^{\circ}48' + 360^{\circ} + 355^{\circ}14'}{2} = 360^{\circ}01'$ бўлади. бу — ноль ўринининг ортқ қиймати ($H\mathcal{Y}_0$). Бундан 360 нинг айрилгани ноль ўринининг кичик қиймати ($H\mathcal{Y}_k$) дейилади; мисолда $\mathcal{Y} + 01'$ га тенг. Доира саноги 60 дан катта бўлса (VIII.3) ва (VIII.4) билан ҳисоблашда ноль ўринининг ортқ қиймати, кичик бўлса, кам қиймати олинади. Масалан, (VIII.3) бўйича $\alpha = 4^{\circ}48' - (+1') = +4^{\circ}47'$; (VIII.4) бўйича $\alpha = 360^{\circ}01' - 355^{\circ}14' = +4^{\circ}47'$. $H\mathcal{Y}$ қиймати $2'$ дан катта бўлмаслиги керак, катта чиқса уни камайтириш лозим.

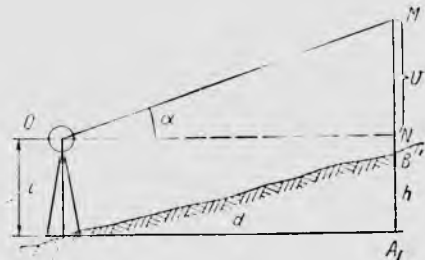
$H\mathcal{Y}$ ни тузатиш. Бунн қуйидаги мисолда кўриб чиқамиз. Масалан, $D\mathcal{Y} = 350^{\circ}14'$, $D\mathcal{Y} = 9^{\circ}52'$ бўлсин. $\mathcal{Y}$ ҳолда.

$\alpha = \frac{360^{\circ}14' - 9^{\circ}52' + 360^{\circ}}{2} = -9^{\circ}49'$; $H\mathcal{U} = \frac{350^{\circ}14' + 369^{\circ}52'}{2} = 360^{\circ}03'$ бўлади. $H\mathcal{U} = +0,3'$, яъни $H\mathcal{U}$ қиймати катта, тузатиш учун вертикал доира микрометрик винт буралиб, $M' = 9^{\circ}52'$ саногини ўрнига $9^{\circ}49'$ саногига қўйилади. Шу вақт вертикал доира адилагининг пуфакчаси ўртадан қочади. Адилакнинг тузатгич винтлари буралиб, пуфакча ўртага келтирилади, шунда $H\mathcal{U}$ тузатилган бўлади. Бунга ишониш учун уни яна текшириб кўриш керак. Вертикал доиранинг ноль ўрнини съёмкани бошлашдан олдин аниқлаш керак.

63- §. Тригонометрик нивелирлаш

Икки нуқта орасидаги нисбий баландликни масофа ва вертикал бурчак орқали тригонометрик формулалар ёрдамида аниқлаш *тригонометрик нивелирлаш* дейилади ва тахеометрик съёмкада ва мензула съёмкасида қўлланилади.

Масалан, B нуқтанинг (88-шакл) A нуқтадан бўлган нисбий баландлиги h ни аниқлаш учун A га асбоб, B га рейка ўрнатилади, кейин труба ни рейка учини M га қаратиб α бурчак ўлчанса,



88-шакл.

$$h = d \operatorname{tg} \alpha + i - v \quad (\text{VIII.7})$$

бўлади; бу ерда d — икки нуқта орасидаги масофанинг горизонтал қўйилиши; i — асбобнинг баландлиги; v — рейканинг баландлиги.

Агар труба ни рейкада белгиланган асбоб баландлигига қаратсак, $v = i$ бўлганидан

$$h = d \operatorname{tg} \alpha \quad (\text{VIII.8})$$

бўлади. Тахеометрик съёмкада масофанинг горизонтал қўйилиши d маълум бўлмай, дальномер оралини $D = OM$ маълум бўлади, буида $d = D \cos \alpha$. Лекин кўриш нурининг рейкага тик бўлмаслигини эътиборга олсак,

$$d = D \cos^2 \alpha \quad (\text{VIII.9})$$

чиқади. Буни (VIII.8) га қўйсак,

$$h = \frac{1}{2} D \sin 2\alpha \quad (\text{VIII.10})$$

бўлади.

Тахеометрик съёмкада (VIII.9) ва (VIII.10) формулалар ишлатилади.

Аввало съёмка қилинадиган жой билан танишиб чиқилади, тахеометр ўрнатиладиган станцияларнинг ўринлари белгилаб олинади. Доиравий тахеометр текширилади ва тузатилади. Дальномер коэффициент $K = 100$ ва константаси $c = 0$ бўлганлигидан вертикал доиранинг ноль ўрни (H_0) гина аниқланади. Агар ноль ўрнининг қиймати 2 дан катта бўлса, у нолга келтирилади.

Станцияда тахеометр маркашлаштирилади ва ориентирланади.

Тахеометрни ориентирлаш. Тахеометр икки йўл билан: а) магнитавий меридиан бўйича; б) берилган чизик бўйича ориентирланади.

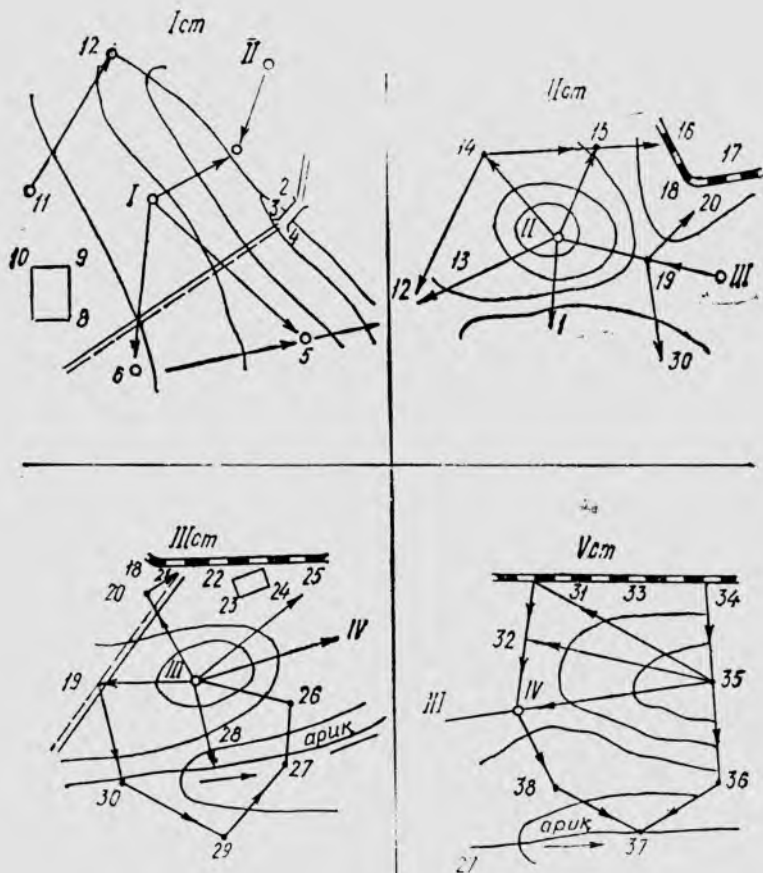
План чизиш учун тахеометрнинг қайси усул билан ориентирланганини билиш керак. Баъзан, биринчи станцияда тахеометр магнитавий меридиан бўйича ориентирланади. Бунинг учун 1- верньернинг 0 штрихи лимбнинг 0 штрихига тўғриланади; алидада маҳкамланиб, лимб бўшатилади. Сўнгра буссоль стрелкаси бўшатилиб айлантирилади-да, магнит стрелкаси 0 га келтирилади ва лимб маҳкамланади. Шунда тахеометр трубасининг визир ўқи магнитавий меридиан бўйича йўналган, яъни ориентирланган бўлади. Агар алидада бўшатилиб, труба ихтиёрый нуқтага қаратилгандан кейин 1- верньердан саноқ олинса, бу саноқ шу чизикнинг магнитавий азимути бўлади.

Кўпинча, тахеометрик съёмкани бажаришда бош чизик йўналиши берилади. Бунда 1 станцияда тахеометрни берилган чизик (қутб ўқи) бўйича ориентирлаш учун 1- верньернинг 0 штрихи лимбнинг 0 штрихига тўғрилангач, алидада маҳкамланади. Лимб бўшатилиб, труба берилган чизик бўйича йўналтирилади ва лимб маҳкамланади. Кейин алидада бўшатилиб, ихтиёрый бир чизик бўйича визирлангандан кейин 1- верньердан саноқ олинса, бу саноқ бош чизик (қутб ўқи) билан визирланган чизик орасидаги ўнг бурчак (қутб бурчаги) бўлади. Кейинги станцияларнинг барчасида тахеометр чизик бўйича юқоридагича ориентирланади.

Ситуация ва рельеф съёмкаси. Тахеометрик съёмкада жой деярли қутб усули билан планга олинади. Шунга кўра, ҳар қайси станция атрофидаги жойнинг рельеф ва ситуациясини тўла тасвирланган ёрдам берадиган характерли нуқталарга қараб саноқлар олинади; бундай нуқталар *пикет ёки рейка нуқталари* дейилади. Рейка нуқталари ситуация ва рельеф нуқталарига бўлинади. Жойдаги нарсалар (сано, йўл, ариқ ва ҳоказолар) контурининг характерли нуқталари *ситуация нуқталари* жой рельефини тўғри тасвирлаш учун олинган характерли нуқталар эса рельеф нуқталари дейилади.

Ситуация нуқталарига қаралганда: а) дальномер саноқлари ва б) горизонтал доира саноқлари, рельеф нуқталарига қаралганда эса: а) дальномер саноқлари; б) горизонтал доира саноқлари ва в) вертикал доира саноқлари олинади.

Бир станциядан иккинчи станцияга қаралганда вертикал доиранинг икки туришида, яъни доира ўнгга турганда R ва чапга турганда L саноқлар олинади. Бу икки саноқ ноль ўрнини аниқлашга имкон беради. Ҳар қайси станцияда асбоб баландлиги i ўлчанади.



8.1- шакл.

Станциядан нисбий баландлиги аниқланаётган рейка нуқталарига қаралганда иллар турининг ўрта иллар рейкада белгиланган асбоб баландлиги i га, агар бу нуқта кўринмаса, рейка юқорисидagi v баландликка қаратилали.

Ҳар қайси станцияда журнал теңасига асбоб ўрнатилган станция номери, вертикал донра разияти, ноль ўрнининг қиймати даль-номер коэффициенти K ва константаси c ҳамда асбоб баландлиги i ёзилади. Станциядан нуқталарга қараб олинган барча саноклар, труба қаратилган нуқта баландлиги тахеометрик съёмка журналидаги ўз графалаларига ёзилади.

Кроки. Ҳар қайси станция учун қўлда ихтиёрый масштабда ёки масштабсиз чизма (эскиз) чизилади. Бундай чизма *кроки* дейилади. Крокида станция атрофидаги ситуация ва рельефнинг характерли нуқталари тўла кўрсатилади ва тартиб билан номерланади. Крокининг асри дан фарқи шундаки, крокида рельеф кўрсатилади, ўлчан

натижалари крокига эмас, балки журналга ёзилади. 89-шаклда 4-станцияда чизилган кроки келтирилган. Крокида ер томонларига нисбатан нуқталар ўрнини йўналиши бўйича тўғрироқ белгилаш учун 90-шаклда масофа ва йўналиш бурчакларининг қўйишга мосланган транспорт келтирилган: кроки кўпинча, ана шу транспортга чизилади. План асосан кроки бўйича чизилади. Шунинг учун крокида рельефни горизонталлар билан тахминан тасвирлаш ёки рельефи яққол кўзга кўринадиган жойларда интерполяция қилинадиган нуқталар туташтирилиб, жойнинг нишабонига кўра, пасайиш томонига стрелка қўйиш талаб қилинади (89-шаклга қараган).

Тахеометрик съёмка йўлини триангуляция ёки полигометрия пунктларига ёхуд реперга боғлаш учун бош ва охириги станцияларда шу пунктларга вертикал доиранинг икки разиятида қараб санок олинади ва журналга ёзилади.

65- §. Тахеометрик съёмка журналини тўлдириш

Журналнинг қандай тўлдирилишини тўрт станцияли тахеометрик йўл мисолида кўриб чиқамиз.

Бу мисолда тахеометрик йўл баландлик бўйича I станцияда П₇ (7- пункт)га IV станцияда эса П₈ (8- пункт)га боғланган станцияларда рейка нуқталарга қараб олинган санокларнинг журналда қандай ёзилиши 24- жадвалда, станциялар крокисининг қандай чизилиши 90- шаклда кўрсатилган. Пунктларга боғланнинг дирекцион бурчаклари ҳамда пункт отметкалари ҳам берилган. А а а а а:

$$\begin{aligned} \alpha_6 &= \alpha_{II-I} = 120^\circ 40'; & \alpha_0 &= \alpha_{IV-III} = 333^\circ 47'; \\ H_{II} &= 430,30 \text{ м}; & H_{III} &= 420,10 \text{ м}. \end{aligned}$$

Жойда тахеометрик съёмка журналининг «горизонтал доира саноги», «вертикал доира саноги» ва «деган графалари» тўлдирилган бўлиши керак. Шу ўлчани натижалари бўйича журнал қуйидаги тартибда тўлдирилади.

I Станциядан рельефни йўлга юзми нуқталаргача бўлган қиялик бурчаги (вертикал бурчак) α топилади.

Бир станциядан иккинчи станцияга ёки бошқа нуқталарга икки доирада қараб, R ва L саноги олинган бўлса, вертикал бурчак (VIII 5) формуладан аниқланади.

Бу формула ишлатилганда, саноклардан бири 60 дан катта бўлса, 60 дан кичик бўлган санокда ҳамма вақт 360 қувиши керак. Масалан, мисолда I станциядан II станцияга қараганда $R = 1^\circ 42'$, $L = 358^\circ 20'$ шунга кўра $1^\circ 42'$ га 360 қўйилиб, $361^\circ 12'$ ёзилади. Шунда қиялик бурчаги

$$\alpha_{I-II} = \frac{1^\circ 42' + 360 - 358^\circ 20'}{2} = \frac{+3^\circ 22'}{2} = +1^\circ 41'$$

бўлади. Бу қиймат «қиялик бурчаги» деган графага R ва L ёзувлари қаторининг ўртасига ўз ичораси билан ёзилади. I станция билан

Тахеометрик съёмка журнали

Станция номери 1, $H\tilde{U} = + 1'$, $C = 100$, $c = 0$, $i = 1,40$ м.

Қулайш бурчлари	Горизонтал доира са- нони		Дальном. санони L	Вертикал доира са- нони	Қиялик бурчаги α			Қарал- ган нукта баланд- лиги	Горизон- тал қў- шилмаси	Ня-бий баландлиқ	Отметка- лар H		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Саноклар теёка нукталарини ўнг доирадан олинган													$H_1 = 426,38$
II	00	00	142,2	R	1	42							
				L	358	20	+	1	41	i	144,10	+	4,24 430,59
П ₇	265	25	135,7	R	1	40	+	1	39				
				L	358	22				i	135,6	+	3,91 430,30
				R	367	07	—	2	54	i	82,3	—	4,15 422,23
1	22	13	82,5										
2	55	00	120,3										
3	52	55	123,2										
4	57	10	122,5										
5	102	05	136,5		359	35	—	0	26	i	136,5	—	1,03 425,35
6	163	03	130,0		1	11	+	1	10	3,0	129,9	+	1,06 427,44
7	170	23	38,0										
8	175	45	58,3										
9	201	26	36,1										
10	213	00	53,8										
11	224	20	94,5		1	15	+	2	14	i	94,5	+	2,04 428,42
12	300	04	120,2		359	02	—	0	59	i	120,2	—	2,06 424,32

Бу ерда $H\tilde{U}$ учун якки қиймат (360° билан ифодалангани ва $360'$ айрилгани) чиқди. $H\tilde{U}$ қиймати $360'$ дан катта бўлса, 360° дан ортгани (+) ишораси билан, 360° дан кичик бўлса, $360'$ дан фарқи (—) ишораси билан журнал тепасидаги $H\tilde{U}$ ёзуви қаторига ёзилади. Бу $H\tilde{U}$ нинг кичик қиймати. $360'$ қўшилган эса катта қиймати бўлади. Агар доира санони (R ёки L) $60'$ дан кичик бўлса, бурчакни ҳисоблашда $H\tilde{U}$ нинг кичик қиймати, агар доира санони $60'$ дан катта бўлса, унинг катта қиймати олинади.

3. Станциядан рельефнинг характерли нукталарига доиранинг қайси туришида қаралганлигига қараб, қиялик бурчаги (VIII.3), (VIII.4) формулаларининг бири ёрдамида аниқланади.

Мисолда барча нукталарга ўнг доирада қараб санок олинганлиги учун (VIII.3) формуладан фойдаланилади.

1- нуктанинг вертикал бурчаги:

$$\alpha_1 = R - H\tilde{U} = 357'07'' - (+ 1' + 360'')$$

ёки

$$\alpha_1 = 357'07'' - 360'01'' = -2^\circ54'$$

бўлади. Бу қиймат «қиялик бурчаги» графасига (1- нукта қаторига) ўз ишораси билан ёзилади. Мисолда R санони $60'$ дан катта бўлга-

нидан $H\check{U}$ нинг катта қиймати олинди. R саноғи $60''$ дан кичик бўлган 6- нуқтанинг қиялик бурчагини топишда $H\check{U}$ нинг кичик қиймати олинади:

$$\alpha_6 = R - H\check{U} = 1^{\circ}11' - (+1') = 1^{\circ}11' - 1' = +1^{\circ}10'.$$

Бу ҳам ўзига тегишли ўрнига ёзилади.

Станцияда съёмка қилинган барча нуқталарнинг қиялик бурчаклари ҳам шу тартибда топилади. II, III ва IV станцияда олинган саноқлар келтирилмаган. Улардаги саноқлар ҳам юқоридаги каби ишланади.

4 Қиялик бурчаклари топилгандан кейин рейка нуқталар билан станция орасидаги масофаларнинг горизонтал қўйилиши d ва рейка нуқталар билан станция орасидаги нисбий баландликлар аниқланади. Горизонтал қўйилиш d ни топишда аввало (VIII.1) формула ёрдамида дальномер масофаси аниқланади.

Келтирилган мисолда ТТ- 50 тахеометри ишлатилганлигидан $K=100$; $c=0$; шунга кўра см ҳисобида аниқланган рейка саноқларининг айирмаси масофа D ни м ҳисобида кўрсатади (VII.2).

Тахеометрик жадваллар. D топилгандан кейин горизонтал қўйилиш ва нисбий баландлик (VIII.9) ва (VIII.10) формулалар ёрдамида топилади.

Шу формулалар ёрдамида махсус тахеометрик жадваллар тузилган¹. Масалан, I станция билан II₇ орасидаги d ва h ни топиш ке-

25- ж а д в а л

134- 135- 136.

Нисбий баландликлар h											
α	0	1'	2'	3	4	5	6	7	8	9	α
Δh	0,01	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,11	1,13	0,15	0,16	
0'	0,00	2,36	4,71								
2'	08	43	79								
4'	16	51	87								
.	.	.	.								
.	.	.	.								
34'	1,33	3,69	6,04								
36'	41	77	12								
38'	1,49	3,85	6,20								
40'	1,57	3,92	6,27								
42'	65	4,00	35								
.	..	.	.								
.	..	.	.								
60'	2,36	4,71	7,06								

¹ В. Н. Ганьшин, Л. С. Хренов Тахеометрические таблицы. Гослесбумиздат, М., 1955.

рак, дейлик. I станциядан П, гача бўлган масофа $D = 135,7$ м, қиялик бурчаги $\alpha = +1^{\circ}39'$ бўлгани учун, тепасига 135 ёзилган 94-бет очилади (25-жадвалга шу бетнинг керакли сонлари кўчирилган).

134-135-136

25-жадвалнинг давоми

Дальномер билан ўлчанган масофанинг горизонтал қўйилиши d											
α	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	α
Δd	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
0'	135,0	135,5	134,8								
10'	0	131,9	8								
20'	0	9	8								
30'	135,0	134,9	134,7								
40'	0	9	7								
50'	0	9	7								
60'	135,0	134,8	134,6								

I устувидан мисолдаги минут $39'$ га энг яқин бўлган $38'$ қаторидаги 3,85 олинади. $39'$ га тўғри келган h интерполяция қилиш йўли билан топилади. масалан, $3,85 + \frac{3,92 - 3,85}{2} = 3,85 + 0,035 = 3,885$ м. Топилган нисбий баландлик 135 м га тегишлидир. Мисолдаги 135,7 м масофанинг 0,7 м га тўғри келадиган h қиймати қуйидагича топилади. Жадвалда M қаторида 1 тагидаги 0,03 м 1 м нинг нисбий баландлиги бўлганидан, мисолдаги 0,70 м га 0,02 м тўғри келади. Шунга кўра, $D = 135,70$ м га тўғри келган нисбий баландлик $h = 3,885 + 0,02 = 3,905 = 3,91$ м бўлади. Бу нуқтада труба асбоб баландлигига қаратишган. Шунга кўра, бу қиймат h графага қиялик бурчаги ишораси билан ёзилади.

Горизонтал қўйилиш ҳам шу бет тагидаги жадвалдан топилади. Мисолда қиялик бурчаги $1^{\circ}39'$, яъни $1^{\circ}40'$ га яқин бўлганидан, $1^{\circ}40'$ га тўғри келган 134,9 сони олинади; бу 135 сонининг горизонтал қўйилиши бўлади. Бунга 0,70 м қўшилса, $h = 134,90 + 0,70 = 135,60$ м бўлади.

I станция билан II станция орасидаги d ва h лар ҳам шу тартибда топилади.

Энди 6-рейка нуқтасига тегишли d ва h ларни топайлик. Бу нуқтада $D = 130,0$ м, $\alpha = +1^{\circ}10'$ ва труба асбоб баландлиги $i = 1,40$ м га қаратилмай, балки рейка баландлиги $v = 3$ м га қаратилган. Бу ҳолда нисбий баландлик қуйидаги формуладан топилади:

$$h = \frac{1}{2} D \sin 2\alpha + i - v \quad (\text{VIII.11})$$

(VIII.11) формуладаги биринчи ҳад

$$\frac{1}{2} D \sin 2\alpha = h' \quad (\text{VIII.12})$$

деб белгиланади ва унинг қиймати юқоридаги жадвалдан топилади. Жадвалнинг 90- бетидан қиялик бурчаги ($1^{\circ}10'$) ва 129 м масофага кўра, 2,63 м топилади. $D = 130,00$ м бўлганидан

$$h' = + 2,63 + 0,03 = + 2,66 \text{ м}$$

бўлади. (VIII.11) формулага кўра,

$$h = h' + i - v = + 2,66 + 1,40 - 3,00 = + 1,06 \text{ м}$$

бўлади.

Горизонтал қўйилиши шу бет тагидаги жадвалдан топилади:

$$\alpha = 1^{\circ} 10', D = 130,0 \text{ бўлганда } d = 128,9 + 1,0 = 129,90 \text{ м.}$$

Қиялик бурчаги $2'$ дан кичик бўлганда масофанинг горизонтал қўйилиши ўрнига дальномер билан аниқланган масофани олиш ҳам мумкин.

Шу тартибда барча станциялардаги нуқталарга тегишли h ва d лар топилади.

66- §. Станциялар баландлигини тенглаш ва уларнинг отметкаларини аниқлаш

Ҳар қайси станциядан кузатилган станция ва рейка нуқталарнинг нисбий баландлиги топилгандан кейин, барча нуқталар отметкаси аниқланиши керак. Бунинг учун, аввало, станциялар орасидаги нисбий баландликларни берилган нуқталар отметкаси асосида тенглаш ва станциялар отметкасини ҳисоблаш лозим (26- жадвал). II, III ва IV станциялар орасидаги масофа ҳам, нисбий баландлик ҳам жадвалдагича бўлсин.

26 - жадвал.

Станциялар	Томон узунлиги	Нисбий баландлик h			Тузатмалар	Тузатиладиган h	Ометкалар, H	Эслатма
		тўғри	тескари	ўртача				
П ₇	135,60	—	+3,91	-3,91	-0,01	-3,92	430,30	$\sum h =$ $= -10,16$ $h = \sum h -$ $= (H_7 - H_1) =$ $= (H_7 - H_1) =$ $= -10,04 \text{ м}$
I	144,20	+4,24	-4,20	+4,22	-0,01	+4,21	426,38	
II	145,40	-4,02	+3,98	-4,00	-0,01	-4,01	430,59	
III	131,00	-4,46	+4,51	-4,48	-0,01	-4,49	426,58	
IV	101,00	-1,99	—	-1,99	—	-1,99	422,09	
P							420,10	
$p = 657,20$				+4,22 -14,38 -10,16	-0,01	+4,21 -14,41 -10,20	-10,20	

Тахеометрик съёмка журналидан станциялар орасидаги нисбий баландликлар олиниб, 26- жадвалнинг тўғри ва тескари нисбий баландлик графаларига (станция номерлари оралиғига) кўчириб ёзилади. Бу ерда I станция билан II станция орасидаги нисбий баландлик тўғри, II станция билан I станция орасидаги нисбий баландлик эса тескари дейилади.

Тўғри ва тескари нисбий баландликларнинг абсолют қийматлари ўртасидаги фарқ Δh қуйидаги чегарада бўлиши керак:

$$\Delta h = |h_{\text{тес}}| - |h_{\text{тўғ}}| \leq 0,04 \text{ м}, \quad (\text{VIII.13})$$

бунда d — қўшни станциялар орасидаги горизонтал масофа, м. Тўғри ва тескари нисбий баландликлар ўртасидаги фарқ (VIII.13) формуладаги шартни қаноатлантирса улар абсолют миқдорларининг ўрта арифметик қиймати топилади ва «ўртача» деган графага тўғри нисбий баландлик инпораси билан ёзилади. Масалан, I ва II станция орасидаги нисбий баландлик $h_{1\text{тўғ}} = +4,24$ м, II ва I станция орасидагиси эса $h_{\text{тес}} = -4,20$ м. Шунда

$$\Delta h = (4,20) - (4,24) = 0,04 \text{ м}$$

бўлади. Станциялар орасидаги масофа $d = 144,20$ м бўлганидан йўл қўйиладиган хато $\Delta h_{\text{чек}} = 0,04 \cdot 144,20 = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м}$ бўлади; амалий хато ($\Delta h_1 = 0,04 \text{ м}$), чекли хато ($0,06 \text{ м}$) дан кичик бўлгани учун ўртача нисбий баландлик қуйидагича топилади:

$$h_{\text{с}} = \frac{|h_{\text{тўғ}}| + |h_{\text{тес}}|}{2} = \frac{4,24 + 4,20}{2} = 4,22 \text{ м}.$$

Шу тартибда топилган ўртача нисбий баландликларнинг алгебраик йиғиндиси $\sum h_{\text{с}}$ топилади (мусбат ва манфий нисбий баландликлар алоҳида қўшилади ҳамда уларнинг фарқи аниқланади). Мисолда $\sum h_{\text{с}} = -10,16 \text{ м}$.

Тахеометрик йўлни нивелирлашдаги амалий хато $f_{h_{\text{а}}}$ қуйидаги формуладан топилади:

$$f_{h_{\text{а}}} = \sum h_{\text{с}} - (H_{\text{о}} - H_{\text{б}}), \quad (\text{VIII.14})$$

бунда $H_{\text{о}}$ — охириг репер ёки пункт отметкаси (мисолда $H_{\text{о}} = 420,10 \text{ м}$); $H_{\text{б}}$ — бош репер ёки пункт отметкаси (мисолда $H_{\text{б}} = 430,30 \text{ м}$). Шундай қилиб,

$f_{h_{\text{а}}} = -10,16 - (420,10 - 430,30) = -10,16 + 10,20 = +0,04 \text{ м} = 4 \text{ см}$ бўлади. Нивелирлашнинг чекли хатоси $f_{h_{\text{чек}}}$ қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб топилади:

$$f_{h_{\text{чек}}} = \pm \frac{0,04p}{\sqrt{n}} \text{ см}, \quad (\text{VIII.15})$$

бунда p — тахеометрик йўл узунлиги, м; n — тахеометрик йўлдаги нисбий баландликлар сони.

Мисолда $p = 657,20$ м, $n = 5$ бўлганлигидан

$$f_{h_{чек}} = \frac{0,4 \cdot 657,20}{5} = \pm 11 \text{ см}$$

бўлади. $f_{h_a} < f_{h_{чек}}$ (яъни $0,04 < 0,11$) бўлгани учун, амалий хато ($f_{h_a} = \pm 0,04$) томон узунликларига пропорционал бўлиниб, см гача яхлитланади ва нисбий баландликларга тескари ишора билан тарқатилади.

Биринчи нисбий баландлик тузатмаси $x_1 = \frac{f_{h_a}}{p} \cdot d_1$, иккинчи нисбий баландлик тузатмаси $x_2 = \frac{f_{h_a}}{p} \cdot d_2$, ... , $x_n = \frac{f_{h_a}}{p} \cdot d_n$ бўлади.

Мисолда бешта нисбий баландликка 4 см хато тўғри келганидан тузатма тўртта узун томонли нисбий баландликка 1 см дан бўлиб берилади.

f_{h_a} нинг ишораси мусбат бўлганидан, тузатмалар ишораси манфий бўлади. Тузатмалар ўз графасига нисбий баландлик қаторига ёзилади. Тузатилган нисбий баландликни топиш учун ҳар қайси h га ўз тузатмаси алгебраик қўшилади. Масалан, тузатилган биринчи нисбий баландлик $h_1 = -3,91 - 0,01 = -3,92$ м, иккинчи нисбий баландлик $h_2 = +4,22 - 0,01 = +4,21$ м ва ҳоказо бўлади.

Станциялар отметкасини ҳисоблаш. Тузатилган нисбий баландликлар орқали станциялар отметкаси қуйидагича аниқланади:

$$H_n = H_{n-1} + h_{n-1}, \quad (\text{VIII.16})$$

бунда H_{n-1} , H_n — олдинги ва кейинги станцияларнинг отметкалари; h_{n-1} — шу станциялар орасидаги нисбий баландлик.

Бош нуқтанинг отметкаси бўйича I станциянинг ва бошқа станцияларнинг отметкалари аниқланади:

$$H_1 = H_{n7} + h_{n7-1} = 430,30 - 3,92 = 426,38 \text{ м},$$

$$H_{II} = H_1 + h_{I-1} = 426,38 + 4,21 = 430,59 \text{ м}$$

ва ҳоказо.

Рейка нуқталар отметкасини ҳисоблаш. Станцияларнинг аниқланган отметкаси ҳар қайси станция бетидаги H графага ёзиб қўйилади. Бу отметкалар бўйича рейка нуқталарининг отметкаси H_p қуйидаги формуладан топилади:

$$H_p = H_{c1} + h_p, \quad (\text{VIII.17})$$

бунда: H_{c1} — станциянинг отметкаси; h_p — рейка нуқтасининг нисбий баландлиги. Масалан, I станцияда 6-рейка нуқтасининг отметкаси $H_6 = H_1 + h = 426,38 + 1,06 = 427,44$ м бўлади. Бу H графага (6-нуқта қаторига) ёзилади. Ҳар қайси станция отметкаси бўйича шу станциядан қаралган нуқталарининг отметкалари топилади. Ҳисоблашда d , h ва H қийматлари см гача яхлитланади.

Тахеометрик съёмка планини чизишдан аввал журналнинг «горизонтал доира саноқлари» графасидаги саноқлар асосида тахеометрик йўл томонларининг румбларини аниқлаш керак. Кўпинча, бош ва охириги томон дирекцион бурчаклари берилган бўлади. Шу дирекцион бурчак асосида ўлчанган йўл ички бурчаклари тенгланади. Сўнгра т монларнинг дирекцион бурчаги ва румби 27-жадвалда кўрсатилганидек аниқланади.

Тахеометрик йўлни таянч пунктларига боғлаш иши V бобда айтиб ўтилганидек бажарилади.

Мисолда бош ва охириги томон дирекцион бурчаклари $\alpha_6 = \alpha_{n-1} = 120^\circ 40'$, $\alpha_6 = \alpha_{IV-n} = 333^\circ 37'$ берилган. Станциялардан тахеометрик йўл чизиқлари бўйича илгариги станциядан кейинги станцияга (I дан II га, II дан III га ва ҳоказо) ориентирланган. Шунга кўра, илгариги станцияга қараб олнинган горизонтал доира саноги юришдаги ўнг бурчак бўлади. Бу бурчаклар қиймати ведомостга (станциялар қаторига, ўлчанган бурчаклар графасига) ёзилади ва йнғиндиси $\sum \beta$ топилади:

$$\sum \beta_a = 867^\circ 01'.$$

27-жадвал

Тахеометрик йўл ички бурчакларини тенглаш ведомости

Станциялар	Ички бурчаклар				Дирекцион бурчаклар		Румблар			Масофа- нинг гори- зонтал қурилиши <i>d</i>
	Ўлчанган: тузатилаган									
	°	'	°	'	°	'	ном:	'	'	
P_7					120	40				135,60
I	265	25	265	25	35	15	ШШ _к	35	15	144,20
II	107	10	107	10	108	05	ЖШ _к	71	55	145,40
III	219	50	219	51	63	11	ШШ _к	68	14	131,00
IV	274	36	274	37	338	37				101,00
P_8										
	$\sum \beta = 867$	01	867	03	867	03				$n = 657,20$

Ўлчанган бурчаклар хатоси f_{β_a} , (IV.20) формулага кўра, 27-жадвалдан қуйидагича аниқланади:

$$f_{\beta_a} = 867^\circ 01' - (120^\circ 40' - 333^\circ 37' + 180^\circ \cdot 4) = 867^\circ 01' - 867^\circ 03' = -2'.$$

Бурчак ўлчашдаги йўл қўярли чекли хато $f_{\beta_{чек}} = 1,5' \sqrt{n} = \pm 3'.$

$j_a < f_{\text{чек}}$ бўлганидан, — 2' хато томони кичик бўлган III ва IV бурчакларга + 1' дан тарқатилади ва улар минут графасига бурчак минутлари устига ёзилади. Сўнгра тузатилган бурчаклар аниқланади. Шунда III бурчак қиймати берилган + 1' тузатма орқали 219° 51', IV бурчак қиймати эса 274° 37' бўлади.

Бош томоннинг дирекцион бурчаги 120° 40' орқали ва қолган томонларнинг дирекцион бурчаклари тузатилган бурчаклар орқали (IV.12) формула ёрдамида аниқланади:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n.$$

Мисолда:

$$\alpha_2 = \alpha_1 + 180^\circ - \beta_1 = 120^\circ 40' + 180^\circ 00' - 265^\circ 25' = 35^\circ 15',$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 + 180^\circ - \beta_{II} = 35^\circ 15' + 180^\circ 00' - 107^\circ 10' = 108^\circ 05'$$

ва ҳоказо.

Дирекцион бурчаклар орқали томон румблари одатдагича аниқланади, сўнгра план чизилади.

68-§. Тахеометрик съёмка планини чизиш

Тахеометрик съёмка планини чизиш учун катта радиусли кўндаланг масштабни металл транспортёр, гўнния, циркуль ёки ўлчагич ва қалам керак. Аввало станциялар сони, улар орасидаги масофа, томон йўналиши ва план масштаби эътиборга олинган ҳолда участка плани тўла жойланидиган ўлчамда қогоз олинади. Қогознинг четидан 2 — 3 см очиқ жой қолдирилиб, рамка ясалади. Рамка ичига тахеометрик план чизилади.

Агар тахеометрик йўл тригонометрик пунктлар орасида ўтказилган бўлса, пункт координаталари асосида станцияларнинг координатлари топилади. Рамка ичига томон 5 ёки 10 см ли квадратлар ясалади. План тўла синишини эътиборга олиб, станцияларнинг координаталари бўйича уларнинг пландаги ўринлари белгиланади (IV боб, 36-§ га қarang).

Баъзан, бош ва охириги пунктлар ўрни координата бўйича белгиланиб, орадаги станциялар ўрни томоннинг узунлиги ва румби бўйича топилади.

Агар тахеометрик съёмка плани олинган жойда тригонометрик пункт бўлмаса, тахеометрик йўлдаги станциялар ўрни томон узунлиги ва румби бўйича аниқланади. Бунда рамка ўртасидан бир тўғри чиқиқ ўтказилади ва у меридиан сифатида қабул қилинади.

Планининг шу рамка ичига жойланишини назарда тутиб, 1 станция ўрни ихтиёрий белгиланади. Қолган станцияларнинг ўринлари меридианга нисбатан румб бурчаклари ва станциялар орасидаги масофалар ёрдами билан топилади (30-§ га қarang).

Тахеометрик съёмка планини чизишга онд топшириқни бажаришга мисол қилиб, келтирилган йўлнинг бош ва охириги станциялари икки пунктга (П₇ ва П₈ га) боғланган. Шу пунктларнинг координата-

талари орқали станцияларнинг координаталари топилган ва станциялар ўрни планда координаталари бўйича аниқланган. Координаталарнинг ҳисобланиши 28-жадвалда келтирилган; жадвалдаги румблар ва масофалар графалари 27-жадвалдан олинган.

28 - ж а д в а л

Станциялар	румб- лар			Масо- фалар	Ортинчалар								Координаталар	
					ҳисобланган				тузатилган					
	номи				d	±	Δ x	±	Δ y	±	Δ x	±	Δ y	x
П ₁	ЖШ _к	59	20	135,60	—	+ 1 69,16	+	+ 2 116,63	—	69,15	+	116,65	399,20	503,80
I	ШШ _к	35	15	144,20	+	+ 1 117,76	+	+ 2 83,17	+	117,77	+	83,19	330,05	620,45
II	ЖШ _к	71	55	145,40	—	+ 1 45,14	+	+ 2 138,20	—	45,13	+	138,22	447,82	703,64
III	ШШ _к	68	14	131,00	+	48,58	+	+ 1 121,66	+	48,58	+	121,67	402,69	841,86
IV	ШФ	26	23	101,00	+	90,48	—	+ 1 44,88	+	90,48	—	44,87	451,27	963,53
II ₂													541,75	918,66
p = 657,20					+	257,82	+	459,67	+	256,83	+	459,73	±442,55	±414,86
					—	114,30	—	44,88	—	114,24	—	44,87		
					+	142,52	+	414,75	+	142,55	—	414,86		

$$f_x = \sum \Delta x - (x_0 - x_6) = -0,03, \quad f = \pm \sqrt{0,03^2 + 0,08^2} = \pm 0,09,$$

$$f_y = \sum \Delta y - (y_0 - y_6) = -0,08, \quad \frac{f}{p} = \frac{0,09}{657,20} = \frac{1}{7300}.$$

Бош ва охириги пунктларнинг координаталари:

$$x_0 = 4555399,20 \text{ м}, \quad y_0 = 12348503,80 \text{ м},$$

$$x_6 = 4555541,71 \text{ м}, \quad y_6 = 12348918,66 \text{ м}.$$

Топилган ҳар қайси станция ёнига номери ва дециметрча яхлитланган отметкаси оддий каср $\left(\frac{1}{120,4}\right)$ шаклида ёзилади. Тахеометрик йўлнинг станциялар ўрни планда топилиб, отметкалари ёзилгандан кейин, ҳар бир станцияда съёмка қилинган ситуация ва рельеф нуқталари туширилади. Масалан, I станциядан туриб олинган рейка нуқталарнинг ўрни транспортир ёрдами билан қуйидагича топилади. Транспортир марказини I станция устига қўйиб, $0^\circ - 180^\circ$ диаметри I — II ст. чизиги (қутб ўқи) йўналишига тўриланади. Журналдаги горизонтал доира санонига қараб, транспортир айланаси бўйича қутб ўқидан бошлаб, $0^\circ - 180^\circ$ ўртасида бўлган йўналишларда тегишли нуқталар белгиланади. Кейин транспортирни 180° айлантириб, унинг ноль диаметри яна қутб ўқи йўналишига тўриланади. Журналдаги 180° дан катта саноклардан 180° айрилиб, чиққан йўналишлар яна 0° дан 180° орасида юқоридаги каби нуқ-

татар билан белгиланади. Транспортирни олиб, белгиланган нуқталар станция билан (юмшоқ қора қаламда) туташтирилади. Ҳосил бўлган чизиқлар бўйича станциядан бошлаб, шу чизиқлар узунлигининг горизонтал қўйилиши масштаб бўйича қўйилади. Топилган нуқта ёнига унинг номери ва отметкаси ёзилади.

Агар рейка нуқта ситуация нуқтаси бўлса, унинг ёнига номерининг ўзигина ёзилади. Барча станциялардаги ситуация ва рельеф нуқталари қоғозга туширилгандан кейин кроки асосида (89-шакл), дастлаб ситуация чизилади, яъни ситуация нуқталари, крокида кўрсатилган шаклларига қараб, бир-бири билан туташтирилади. Бунда жойдаги предметлар контури ҳосил бўлади. Рельефни тасвирлаш учун планда белгиланган рейка нуқталар оралиғи маълум кесим баландлигида интерполяция қилинади (55-§ га қаранг). Бунда крокида стрелка билан кўрсатилган нуқталар оралиғигина интерполяция қилинади. Топилган бир хил отметкали нуқталар равион эгри чизиқлар билан бирлаштирилади, яъни горизонталлар ўтказилади (5-топшириққа қаранг).

Ситуация ва рельеф тасвирлангандан кейин план тахт қилинади. Бунинг учун ситуация контурлари устидан қора тушь, горизонталлар устидан эса жигар ранг тушь юргизилади. Бештадан оралатиб, горизонталлар йўғон чизиқ билан чизилади (бу йўғон чизиқ билан чизилган горизонталнинг отметкаси 6сшга қолдиқсиз бўлинадиган бўлиши керак). Отметкалар бу чизиқлар ичига (узилган жойига) ёзилади. Тизма тоғ ва сойларда қиялик йўналишини кўрсатиш учун берг штрихлар чизилади. Планада станциялар отметкасини қолдириб, бошқа рейка нуқталари ва уларнинг отметкаларини ўчириш мумкин.

План 5-топшириқда кўрсатилганидек тахт қилинади. Ҳар қандай йирик масштабли топографик план ва карталарда қўйилиш масштаблари ясалиши керак.

69-§. Бурчак масштаби яшаш

Берилган чизиқнинг қиялик бурчаги α ни аниқлаш учун қўйилиш масштаби ясалади. Масштаб пландаги кесим баландлиги h нинг қўшни горизонталлар орасидаги масофа d га нисбати асосида ясалади. Қиялик бурчагининг тангенсини $tg \alpha = \frac{h}{d}$ дан

$$d = h \operatorname{ctg} \alpha \quad (\text{VIII.18})$$

бўлади. Берилган карта ёки планда h ўзгармас бўлганидан, қўйилиш d қиялик бурчаги α га қараб ўзгаради. Масштаб яшаш учун пландаги горизонталлар оралиғи эълборга олиниб, α га ихтиёрий қийматлар берилса-да, (VIII.18) формула ёрдамида d нинг бир неча қиймати топилади ва 29-жадвал тузилади (мисолда $h = 1$ м).

α	1°	2°	3°	4°	5°	10°	15°	20°
$\operatorname{ctg} \alpha$	57,3	28,6	19,1	14,3	11,4	5,7	3,7	2,1
d	57,3	28,6	19,1	14,3	11,4	5,7	3,7	2,1

План тагига кўндаланг масштабнинг ўнг ёки чап томонига (мисолда ўнг томонда) горизонтал тўғри чизиқ чизилиб, ўнг учидан ихтиёрий бир кесма (1 см) бир неча марта кетма-кет қўйилади. Бўлакларга ўнг томонидан бошлаб, 1°, 2°, 3° ва ҳоказолар ёзилади ва шу нуқталардан чиқарилган перпендикуляр чизиқларга план масштаби бўйича 29-жадвалдаги d нинг қийматлари қўйилади (тахсаметрик планга қаранг, 5-топшириқ). Топилган эгри чизиқлар кетма-кет равишда эгри чизиқ билан туташтирилса, бурчакнинг қўйилиши масштаби ясалган бўлади ва у, пландаги каби тахт қилинади. Масштаб бўйича 5-топшириқдаги AB чизиқнинг қиялик бурчагини топши учун, AB кесма узунлиги ўлчагич билан олиниб, масштабда шу узунликка тўғри келган кесма топилади ва қиялик бурчаги (бўлаклар оралини чамаланиб) аниқланади. Панда AB чизиқнинг қиялик бурчаги $\alpha = 1^\circ 20'$.

70- §. Нишаблик масштаби яшаш

Нисбий баландликнинг горизонтал қўйилиш d га нисбати нишаблик дейилади ва i билан белгиланади: $i = \frac{h}{d}$. Бундан:

$$d = \frac{h}{i}. \quad (\text{VIII.19})$$

Нишаблик масштаби яшаш учун (VIII.19) формула ёрдамида 30-жадвал тузилади ($h = 1$ м). Горизонталлар оралини ҳисобга олиниб, (VIII.19) формуладаги i га жадвалдаги қийматлар қўйилади-да, d топилади.

30-жадвал

i	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050	0,100	0,200	0,300
d	100	50	33	25	20	10	5	3,3

План ёни томонидан горизонтал қилиб ўтказилган тўғри чизиқ бўйича ўзаро тенг (1 см ли) кесмалар кетма-кет қўйилади, ҳосил бўлган бўлакларга (чап учидан) 30-жадвалдаги нишабликлар қиймати 0,010 дан бошлаб қўйилади. Топилган нуқталардан перпендикулярлар чиқарилиб, буларга тўғри келган d нинг қийматлари план масштаби бўйича қўйилади. Топилган нуқталар кетма-кет эгри чизиқ билан бир текис туташтирилса, нишабликнинг қўйилиш масштаби

ёки нишаблик мастаби ясалади. Берилган AB чизиқнинг нишаблигини аниқлаш учун, 5-топшириқдаги AB чизиқнинг узунлиги пландан ўлчагич билан олиниб, масштабга қўйилади ва тўғри келган нишаблик аниқланади. Пландаги AB чизиқнинг нишаблиги $i = 0,023$.

71-§. Горизонталли планда масалалар ечиш

Инженерлик ишларида топографик карта ва планда қуйидаги масалалар ечилади:

1. Берилган нуқтанинг отметкасини аниқлаш. Агар нуқта горизонтал устида ётган бўлса, унинг отметкаси горизонталнинг отметкасига тенг бўлади. Нуқта икки горизонтал орасида ётганда эса унинг отметкаси қуйидагича аниқланади. Масалан икки горизонтал орасида жойлашган M нуқтанинг (5-топшириқ) отметкасини топиш учун шу горизонталларга перпендикуляр чиқарилади, перпендикулярнинг горизонталлар билан кесилув нуқталари K ва L билан белгиланади. Бу нуқталар отметкаси H_K H_L бўлсин.

Шунда M нуқтанинг отметкаси H_M орқали қуйидагича топилади:

$$H_M = H_K - h_1 \quad (a)$$

H_L орқали эса қуйидагича аниқланади:

$$H_M = H_L + h_2, \quad (b)$$

бунда h_1, h_2 — берилган нуқтанинг K ва L нуқталардан бўлган нисбий баландлиги; M нуқтанинг K ва L дан узоқлиги d_1, d_2 ва KL чизиқнинг узунлиги d , яъни $KM = d_1$, $ML = d_2$, $KL = d$ бўлса,

$$h_1 = \frac{h}{d} \cdot d_1; \quad h_2 = \frac{h}{d} \cdot d_2$$

бўлади: бунда h — пландаги кесим баландлиги.

Мисолда $H_K = 427,00$; $H_L = 426,00$; d_1, d_2 ва d лар қиймати пландан ўлчагич ёрдамида олиниб, масштаб бўйича топилади ва юқоридаги формулалар асосида h_1 ва h_2 ҳисобланиб, масала ечилади. (a) формула асосий, (b) формула эса текшириш формуласидир.

2. Берилган AB чизиқнинг қиялик бурчагини аниқлаш. Бунинг учун кесим баландлиги h нинг AB чизиқ

узунлиги d га нисбати $\frac{h}{d} = \operatorname{tg} \alpha$ ҳисоблаб топилади, кейин α қиймати тригонометрик функциялар қиймати жадвалидан олинади. Масалан $h = 1$ м $d = 40,00$ м бўлса, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{40} = 0,025$, бундан $\alpha = 1^\circ 26'$ бўлади.

Қиялик бурчаги α ни ҳисоблаб топиш ўрнига бурчак масштабидан фойдаланиш мумкин (69-§ га қаранг).

3. Берилган AB чизикнинг нишаблигини аниқлаш. Бунинг учун ҳам кесим баландлиги h нинг AB чизик узунлиги d га нисбати топилади, чиққан сон эса чизикнинг нишаблиги бўлади.

Масалан, $h = 4$ м, $d = 500$ м бўлса, $i = \frac{4}{500} = 0,008$ бўлади.

Бунда ҳам нишаблик масштабдан фойдаланиш осон (70-§ га қаранг).

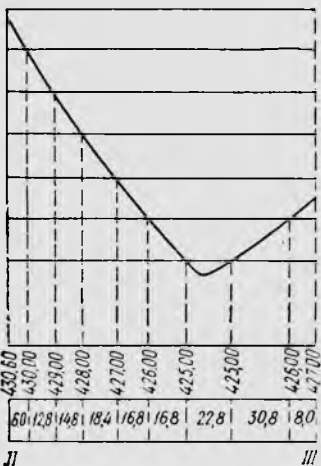
4. Горизонталли планда берилган йўналиш бўйлаб, маълум нишабликдаги чизикни ўтказиш. Берилган N нуқтадан нишаблиги $i = 0,025$ бўлган чизикни P нуқтага томон давом эттириш керак бўлса, нишабликнинг қўйилиш масштабида циркуль билан $i = 0,025$ га тўғри келган кесма олиниб, бу кесма N нуқтадан бошлаб горизонталларни кетма-кет кесиштириб қўйиб борилса, P нуқта топилади (5-топшириққа қаранг).

5. Берилган II—III чизикнинг профилини чизиш. Бу чизикнинг профили миллиметрли қоғозга ёки планининг бир чеккасига чизилади. Бунинг учун, кўндаланг профилдагидек, бирор горизонтал чизик олиниб, ундан 10 мм юқорида иккинчи горизонтал чизик ўтказилади (91-шакл), ҳосил бўлган графага оралиқ масофалари ёзилади.

Иккинчи горизонтал чизикдан 15 мм юқорида учинчи горизонтал чизик чизилади. Бу графага эса отметкалари, яъни II—III чизикнинг горизонталлар билан кесишув нуқталарининг отметкаси ёзилади. Сўнгра шу отметкалар бўйича учинчи чизикдан 7—8 см юқорида маълум масштабда профиль чизилади.

6. Горизонталли план ёки картада тасвирланган ҳавзадаги сув йиғувчи майдон юзини аниқлаш. Бунинг учун горизонталлар бўйича сой (дара) туби (сув йиғини) ва алиш (тизма тоғдаги сув айириши) чизикларини ўтказилади.

Сой майдони юзини аниқлаш учун план ёки картада икки алиш чизиги шундай ўтказилиши керакки, ҳосил бўлган майдонга ёққан ёғинлар суви шу икки алиш ўртасидаги сойга йиқилгани бўлсин. Масалан, тахеометрик съёмка планида III—31, III—IV, IV—35 ва 35—31 чизиклар алиш сув айириш чизиклари бўлиб, шу чизиклар орасидаги майдонга ёғадиган ёғин сувлари IV—31 сой бўйлаб оқади. Энди ана шу алиш билан чегараланган майдон юзи ҳисобланади.



91-шакл.

Доиравий тахеометрлар билан ишлашда рейка нуқталарининг сонини кўпайиши билан ҳисоблаш ишлари ҳам ортиб, кўп вақт олади. Шунга кўра, съёмкада масофа ва нисбий баландлик қийматларини автоматик аниқлашга имкон берадиган автомат тахеометрлар ишлатилади. Бу асбобларда кўриш майдонида ишлар тўри билан бирга турлича жойлашган эгри чизиқлар диаграммаси ҳам бўлиб, улар орқали (93-шакл) масофанинг горизонтал кўйилишининг ва нисбий баландлигини ҳисобламасдан топиш мумкин. Бу редукицион автомат-тахеометр дейилади. ГДР да чиқадиган Дальта = 0,20, редта ва ватанимизда чиқадиган ТА = 2 (ёки ТА) каби тахеометрлар ана шулар жумласига киради. Съёмка ишлари доиравий тахеометрдаги каби бажарилади, лекин d ва h қийматлари ҳисобланмай, асбоб диаграммасидан олинади (IX боб, 74-§ га қаранг).

IX БОБ.

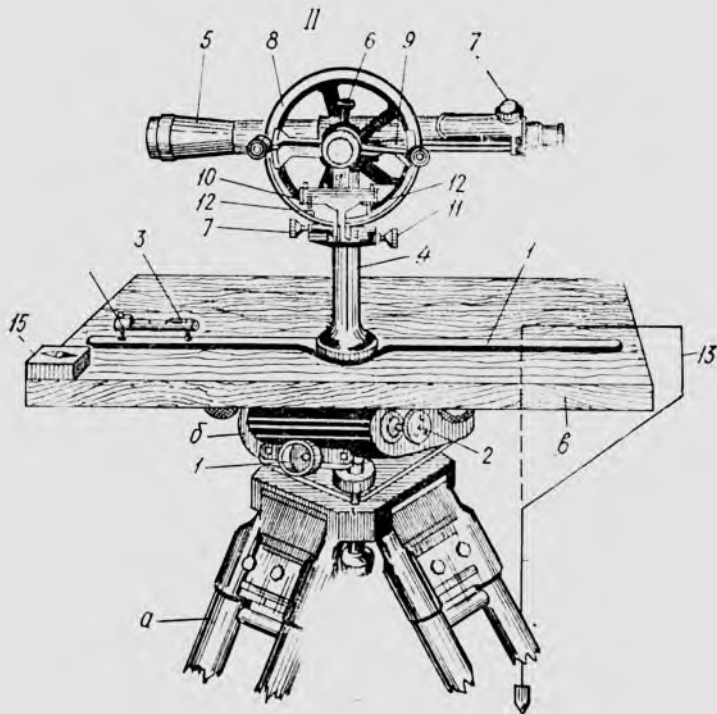
МЕНЗУЛАВИЙ СЪЁМКА

73-§. Мензулавий съёмка ва унинг моҳияти

Горизонтал съёмка теодолит билан, вертикал съёмка эса нивелир билан бажарилади. Бу икки съёмкани бирлаштириб, бир вақтда бир асбоб билан бажариш тахеометрик съёмка дейилади. Юқоридаги съёмкаларда дала ва камерал ишлар айрим-айрим бажарилади. Далада ўлчаб топилган натижалар асосида уйда бажариладиган графикавий ишларда баъзан нуқсонлар бўлиши мумкин. Масалан, кроки асосида отметкалар бўйича горизонталлар ўтказиб, рельефни тасвирлашда хато қилиниши мумкин. Ишларни дала ва уй ишларига бўлиш ҳам ишловчидан кўп вақт талаб этади. Шулар эътиборга олиниб, топографик съёмканинг дала ишларини ҳам, камерал ишларини ҳам бир вақтда бир асбоб билан далада бажариш *мензулавий съёмка* дейилади.

Мензула сўзи латинча бўлиб, унинг таржимаси столча деган маънони билдиради. Мензула, асосан, штатив a , таглик b ва планшет (60x60 см ўлчамли квадрат тахта) c дан ясалиб, планшет устига кўриш трубади кипрегель II ўрнатилади. Мензулавий съёмкада масофалар дальномер билан ўлчанади, чизиқлар орасидаги бурчаклар эса ўлчанмай, уларнинг горизонтал проекцияси планшетдаги қоғозга туширилади. Шунга кўра, бу съёмка, баъзан, бурчак чизиш съёмкаси деб ҳам юритилади. Мензула ва кипрегель қисмлари 92-шаклда кўрсатилган. Кипрегель тагидаги чизгичининг (I) бир қирраси йўнилган бўлиб, шу бўйича, чизилади. Таглик (b) ёғочдан ёки металлдан ишланади.

Кўшимча керак-яроқлар. Ўзгич масштабли съёмкаларда планшетдаги нуқтани жойдаги нуқта устига ва жойдаги нуқтани планшетга туширишда, яъни марказлаштиришда шовун (14) ли вилка



92- шакл 1 - Мензула:

a - нитатив; *b* - таглик; 1 - маҳкамлаш винти; 2 - микрометрик винт; *a* - планшет тахтаси; 11 - КВ кипрегели; 1 - линейка; 2 - линейка алидаги; 3 - алидакнинг тузаткич винти; 4 - колонка; 5 - кўриш трубкаси; 6 - трубаининг маҳкамлаш винти; 7 - трубаининг микрометрик винти; 8 - вертикал доира; 9 - вертикал доира алидадаси; 10 - вертикал доира алидадасининг арилиги; 11 - алидада алидакнинг микрометрик винти; 12 - алидада алидакнинг винти; 13 - вилка; 14 - шовун; 15 - ориентир буссоли.

(13) ишлатилади. Планшет магнитавий меридиани бўйича ориентир буссоли (15) ёрдамида ориентирланади. Вилка, ориентир буссоли мензуланинг қўшимча керак-яроқларидир.

74- §. Мензула ва кипрегелни текшириш

Мензула қўйидаги шартлар бўйича текширилади

1. Мензула устивор бўлиши керак. Текшириш учун мензула горизонтал вазиятга келтирилиб, кипрегель трубаи бирор *M* нуқтага қарапилади. Кейин планшет бир четидан озроқ босилиб, яна қўйиб юборилади. Агар алидак ўзгармаса ва ишлар тўри *M* нуқтадан силжимаса, асбоб устивор бўлади, акс ҳолда асбоб устахонада тузатилади.

2. Планшетнинг устки юзаси текислик бўлиши керак. Текшириш учун тўғри чизмач ёки кипрегель чизмачининг йўналиши қирраси планшет устига турли йўналишда қўйилади. Агар планшет билан чизмач орасида 0,5 мм дан катта тирққиш бўлса, у дурадгорлик йўли билан тузатилади.

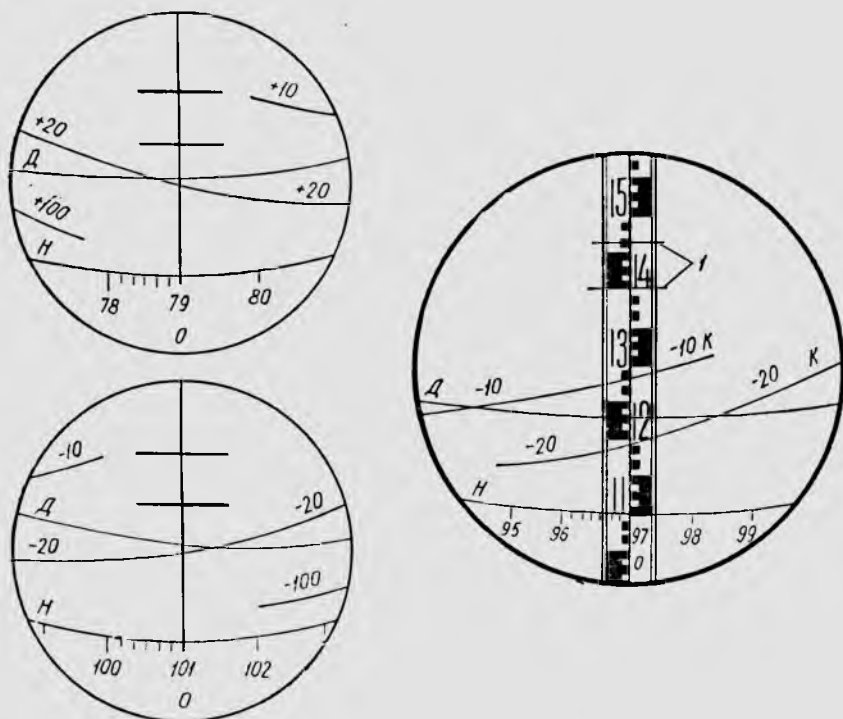
3. Планшет текислиги асбобнинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Текшириш учун чизгичдаги адилак орқали планшет горизонтал вазиятга келтирилгач, маҳкамлаш винти бўшатилиб планшет вертикал ўқ атрофида секин айлантирилади. Агар бунда пуфакча ўртадан 2 бўлакдан ортиқ сурилмаса, шарт bajarилган бўлади, акс ҳолда асбоб устaxonада тузатилади.

Кипрегелни текшириш. Кипрегель ясаллишига кўра, ташқи фокусланувчи труба (КБ) ва ички фокусланувчи труба автомат (ҚБ-1, КА-2) бўлади. Автомат кипрегелда масофа ва нисбий баландлик қийматлари иллар тўрида кўринадиган эгри чизикли диаграммалар орқали аниқланади (93-шакл). Шу билан бир қаторда, оддий вертикал донра ҳам бўлади, ундан вертикал донра саноғини олиш мумкин.

Кипрегеллар кўйидаги шартлар бўйича текширилади:

1. Кипрегель чизгичининг йўналиш қирраси тўри чизик бўлиши керак. А чизгич текширилгани каби (1-шакл) текширилади.

2. Кипрегель чизгичининг кўйи юзаси текислик бўлиши керак. Агар чизгич планшетга жисс ўрналмаса, шарт bajarилган бўлади, акс ҳолда чизгич механикавий устaxonада тузатилади.



93-шакл. КБ-1 автомат кипрегель трубагининг кўриш майдони L ҳолида:
1-дальномер иллари.

3. Чизичдаги адилак (2) нинг ўқи чизичнинг қўйи текислигига параллел бўлиши керак. Бу шарт теодолитники каби текширилади. Кипрегель икки кўтаргич винт ўртасига қўйилиб, пуфакча ўртага келтирилади ва чизичнинг йўнилган қирраси бўйича чизилади. Кейин кипрегель 180 айлантирилиб, йўнилган қирра чизикқа қўйилади. Агар пуфакча ўртадан қочса, тузатгич винт (3) пуфакча қочганининг ярми қадар сүрилади.

4. Трубаининг айланиш ўқи чизичнинг қўйи текислигига параллел бўлиши керак. Бу шарт теодолитнинг 4-шарти каби текширилади. Завод асбобининг тўғри ишланганлигига кафолат берганлигидан, бу шарт текширилмаса ҳам бўлади.

5. Қўриш ўқи трубаининг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлиши керак. Бу шарт теодолитнинг 3-шарти каби текширилади. Чизичнинг йўнилган қирраси учини планшетдаги M га қўйиб труба узоқ M нуқтага қаратилади ва N орқали йўнилган қирра бўйича чизилади. Кейин 180 айлантирилиб, яна N га қўйилади-да, M га қаралиб, чизик ўтказилади. Агар бир чизик чиқмаса, N нуқтада ҳосил бўлган бурчак коллимацион бурчакнинг иккилангани (2с) га тенг бўлади, йўнилган қирра бу бурчакнинг биссектрисасига қўйилиб, сўнгра қараганда тўр маркази m қаралган M дан (37-шакл) силжийди. Бу камчиликка тўрнинг тузатгич винтлари орқали барҳам берилади.

6. Қўриш ўқи ҳосил қиладиган коллимацион (вертикал) текислик йўнилган қиррадан ўтиши ёки унга параллел бўлиши керак. Текшириш учун планшетни горизонтал вазиятга келтиргач, кипрегелни узоқдаги M нуқта (столбага) қаратиб, йўнилган қирра бўйича AB чизик чизилади. Кипрегелни олиб қўйиб, A ва B нуқталарга ингичка игна вертикал қилиб қадалади; шу игналар орқали қаралгандаги қўриш нури M нуқтадан ўтса шарт бажарилган бўлади. Шарт сажарилмаса, буни тузатиб бўлмайди, лекин иш натижаларига таъсир этмаслиги учун ҳамма ишни доиранинг бир туришида бажариш керак.

7. Иплар тўрининг бир ипи вертикал бўлиши керак. Бу шарт, теодолитдаги каби, шовун ёрдамида текширилади ва тўр халқасини бураб тузатилади.

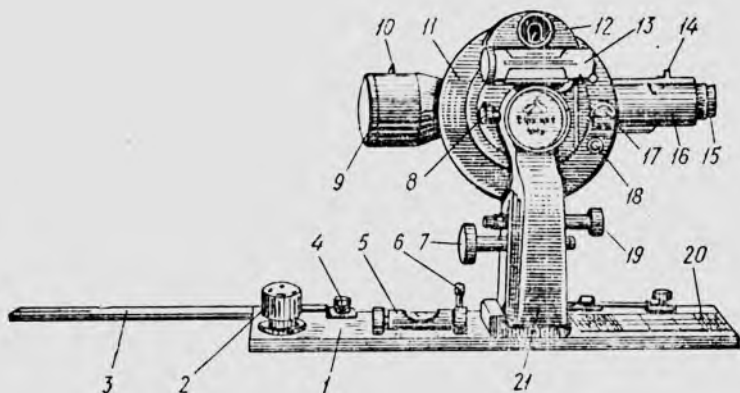
Кипрегель вертикал доирасининг ноль ўрни ($H\ddot{U}$) ҳам таҳсеометрдаги каби аниқланади.

Автомат кипрегель КБ-1 ва КА-2 ҳам (94-шакл) юқоридагидек текширилади. Юқоридагиларга қўшимча қилиб, КБ-1 ва КА-2 кипрегель қўйидаги шартлар бўйича ҳам текширилади:

1. Кипрегелнинг қўшимча (энсиз) чизичи (3) ўзига параллел равинда ҳаракатланиши керак. Текшириш учун энсиз чизичнинг турлича туринида чизиклар чизилади; кейин чизиклар орални ўлчаб кўрилади: бунда фарқ 0,2 мм дан ошмаслиги керак.

2. Трубадаги цилиндрик адилакнинг ўқи кўриш ўқиға параллел бўлиши керак. Бу шарт 80—100 м масофани икки томондан нивелирлаш йўли билан текширилади, агар хато $x > 1$ см бўлса, адилак тузатгич винт билан тузатилади.

3. Вертикал доиранинг ноль ўрни 90 бўлиши керак. Буни текшириш учун $D\ddot{U}^*$ ва $D\ddot{U}$ да II чизичининг ўнгдаги кумушланган



94-шакл. КА-2 автомат кипрегели

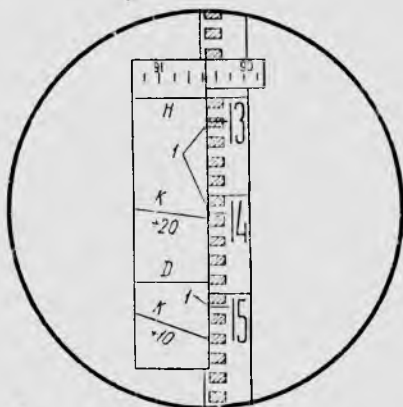
1—орди линейка; 2—кипрегелли планшетда озгина қимирлатувчи р.лик; 3—эксиз линейка; 4—шарнир; 5—цилиндрик адилак; 6—эксиз линейка лўқидони; 7—лимбининг қаратгич винти; 8—трубани маҳкамлаш винти; 9—трубанинг объектив қисми; 10—мўлжал; 11—лимб; 12—адилак призмаси; 13—цилиндрик адилак; 14—мушка; 15—окулярнинг фоксловчи ҳалқаси; 16—призмалар қутиси; 17—ёритиш oynаси; 18—трубанинг айланишчи чеклагич; 19—трубанинг қаратгич винти; 20—масштабди линейка; 21—даста.

пластинкаси (95-шакл) вертикал чизиги билан кесишув нуқтаси бирор M нуқтага қаратилади ва саноқ олинади. Шунда

$$H\vartheta = \frac{D\vartheta + D\chi - 180^\circ}{2} \quad (\text{IX.1})$$

бўлади.

КА-2 ва КБ-1 да d ва h ни аниқлаш. Бу кипрегелларнинг Г шаклидаги кумуш ранг шиша лимбда $10'$ дан қилиб даражаланган бўлиnmалар билан бирга бош чизик H (95-шакл) ва коэффиценти 100 бўлган масофа чизиги D ҳамда $\pm 45'$ вертикал бурчакка мосланган турли коэффицентдаги ($K = \pm 10, \pm 20$) нисбий баландликлар (h) чизиги ҳам чизилган. Вертикал бурчак $\alpha = \pm 10^\circ$ гача бўлганда, $K = \pm 10$ ва $\alpha = \pm 6' - \pm 24'$ бўлганда, $K = 20$ бўлади. Горизонтал қўйилиши ва нисбий баландлики топишда $d = 100n_1$, $h = Kn_2$ формулаларидан фойдаланилади. Бунда $n_1 - D$ шидан олинандиган саноқ, $n_2 - K$ ипларидан олинандиган саноқ. Бу эгри чизиклар диаграммасидан $D\chi$ (L) ҳолида ишлашда фойдаланилади. $D\vartheta$ ҳолида ишлашда эса дальномер иплари (I) бўйича



95-шакл. КА-2 автомат-кипрегели тру-басининг кўриш майдоши L ҳолида; 1—дальномер иплари.

саноқ олиниб, $d=100n$ бўйича масофа топилади; Г шаклли шкала бўлакларидан олинган саноқ бўйича, тахеометрик съёмкадаги каби, $H\bar{U}$ ва α топилади. ДЧ да нилашда H чизини асбоб баландлигига қаратилиб, K чизикдан олинган саноқ K га кўпайтирилса, h чиқади. Д чизиндан олинган саноқ 100 га кўпайтирилса, d чиқади. 95-шаклда H чизини 1300 саногига қаратилган, D даги саноқ 1488 мм, айирмаси 188 мм ёки $n_1 = 18,8$ см. Шунга кўра, масофа $d = 18,8 \cdot 100 = 1880$ м бўлади. Нисбий баландлик h қуйидагига тенг: $K = 10$ бўйича $n_2 = 1546 - 1300 = 246$ мм = 24,6 см.

$h = 10 \cdot n_2 = 10 \cdot 24,6$ см = + 2,46 м; $K = 20$ бўйича $h = 20 \times 12,3 = + 2,46$ бўлади.

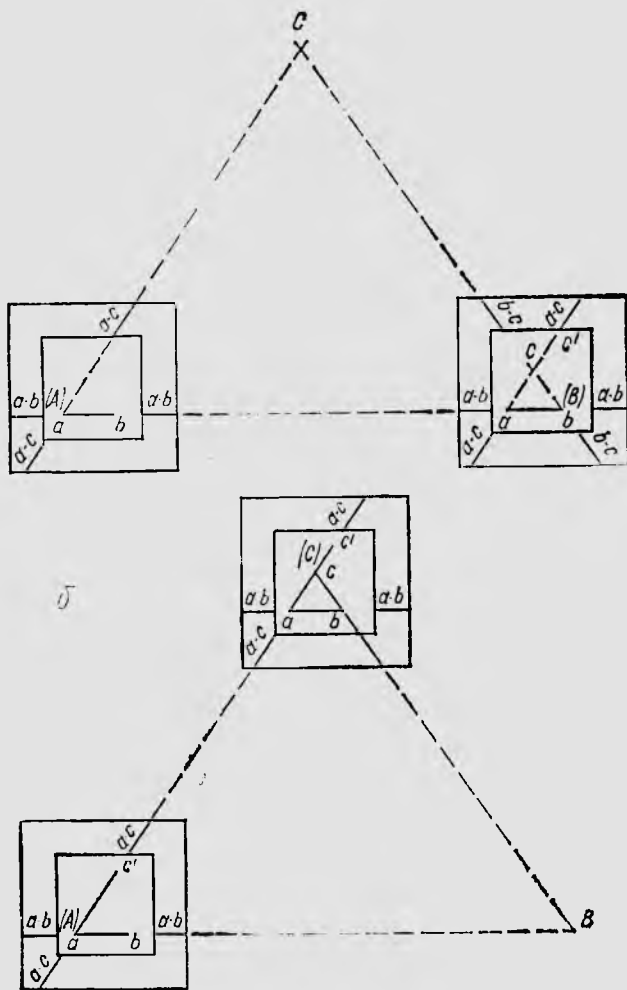
93-шаклда КБ-1 диаграммаси кўрсатилган. Асосий H чизини 1100 саноққа қаратилган. Шунда масофа чизини D бўйича саноқ $n = 1230 - 1100 = 130$ мм = 13 см бўлади. Шунга кўра, $d = 100n$ ёки $d = 100 \cdot 13 = 1300$ м бўлади. Дальномер ишлари (I) бўйича $n = 1466 - 1400 = 66$ мм = 6,6 см. Дальномер коэффициент $K = 200$ бўлганидан қия чизик узунлиги $D = 6,6 \times 200 = 1320$ м бўлади. Нисбий баландлик h икки коэффициент билан топиш мумкин. $K = 20$ эгрилиги бўйича саноқ $n = 1190 - 1100 = 90$ мм = 9 см бўлганидан, $h = 20 \cdot n = 20 \cdot 9$ см = 180 см = 1,80 м бўлади. $K = 10$ бўйича $n = 1280 - 1100 = 180$ мм = 18,00 см; $h = 10 \cdot 18,00$ см = 1,80 м бўлади.

75-§. Мензулавий съёмкани ёжариш

Планшетни тайёрлаш. Топографик план планшетга ёпиштирилган яхши сифатли қоғозга чизилади. Қоғоз яхши фанерга ёки алюминий тахтага ёпиштирилиб, планшет устига маҳкам ўрнатилади: қоғоз ўрнига ойна каби шаффоф акрилат ишлатса ҳам бўлади. Баъзан, планшет устига ватман қоғози кўпиртирилган тухум оқи билан ёпиштирилади. Қоғоз планшетга ҳаво қолмайдиган қилиб жипс ёпиштирилади. Бунинг учун қоғозни планшетга қўйгач, тоза рўмолча билан ўртадан ҳар томонга сидирилади. Кейин четлари қайрилиб, планшет тагига ундан тайёрланган олим билан ёпиштирилади.

Ана шу қоғозга план чизилганидан уш тоза сақлаш учун устидан оддий чима қоғози намлаб ёпиштирилади, четлари қайрилиб, планшет тагига киепка билан маҳкамланади, бу — рубанка дейилади. Планшет қуригунча соя жойда сақланади. Кейин рубанкада четдан 4—5 см қолдирилиб рамка ясалади. Унинг ичига Драбишев чизини ёрдамида томон 10 см ли квадрат катаклар чизилади. Бу квадратларнинг уч ичига орқали рубанкадан растки ватман қоғозга туширилади. Квадрат катаклар 50х50 ўлчамда бўлиши керак; жой илани рамка ичига чизилади. ҳошияга эса қаратилган йўналиш дареомни чизилади ва номн ёзилади (96-шакл).

Мензулани ўрнатиш. Мензула нуқта устига қўйилгач, марказлаштирилади ва нивелирланади (горизонтал вазиятга келтирилади), сўнгра ориентирланади.



96-шакл. Тўғри (а) ва тескари (б) кесирма усули.

Мензула вилка (13) ёрдамида марказлаштирилади. План масштаби 1:5000 ва ундан майда бўлганда мензула кўзда марказлаштирилади. Планишет горизонтал вазиятга қўйидагича келтирилади: кнпрегель чизгичи икки кўтаргич винт ўртасига қўйилиб, адилак пуфакчаси ўртага келтирилади. Кейин кнпрегель учинчи кўтаргич винт усти бўйича қўйилиб, шу винт буралади-да, пуфакча ўртага келтирилади.

Планишет магнитавий меридиан бўйича ёки берилган чизиқ бўйича ориентирланади. Биринчи ҳолда ориентир буссолнинг ён томони

(92-шакл, 15) планшет четига қўйилиб, стрелка $0^{\circ}00'$ га келгунча планшет бурилади, кейин мензула маҳкамланади.

Иккинчи ҳолда жойдаги чизикнинг бир учига мензула ўрнатилагач, планшетдаги чизик проекциясига кипрегелнинг йўнилган қирраси қўйилади-да, мензулани буриб, чизикнинг жойдаги иккинчи учига қаралади ва мензула маҳкамланади. Шунда планшет чизик бўйича ориентирланади.

Съёмкани асослаш. Жой рельефи ва ситуациясини съёмка қилиш учун аввал шу жойда асбоб ўрнатадиган таянч нуқталар бериб қилинади. Бу нуқталар аналитикавий ёки графикавий усул билан топилиши мумкин. Агар жойда тригонометрик пунктлар бўлса, шулар асосида теодолит йўли ясалади. Бу йўл съёмка қилиниши керак бўлган жойни қамраши керак. Унинг бурчак учлари таянч нуқталар бўлганлигидан, улар мустақкам ўрнатилади, координаталари пункт координатаси асосида ҳисобланади, отметкалари эса геометрик нивелирлаш йўли билан топилади. Кейин уларнинг ўринлари координаталари бўйича планшетда (рубашкада) топилиб, игна билан тешилиб, ватман қоғозга ҳам туширилади.

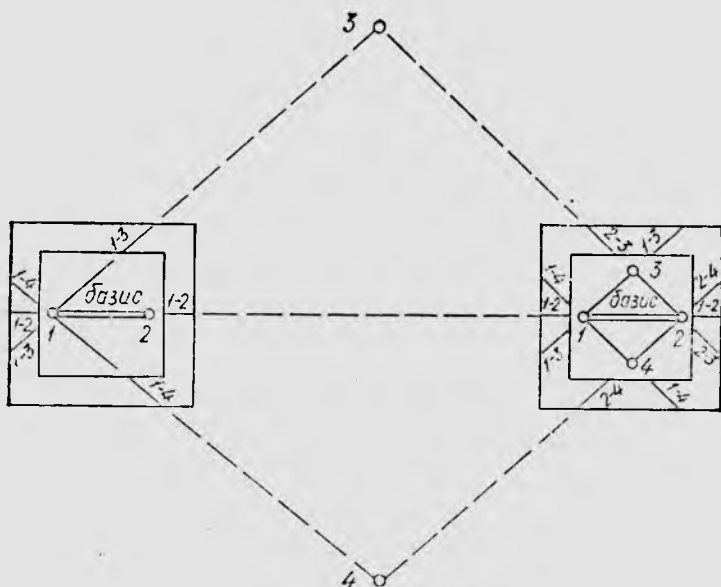
Графикавий усулда таянч нуқталар геометрик тўр ясаш йўли билан ҳосил қилинади. Жойда ясалган бир неча қўшни учбурчакликлар *геометрик тўр* дейлади ва тўғри ва тескари кестирма усули билан ясалади.

Тўғри кестирма усули. Агар жойда A ва B нуқталар берилиб, улар орасидаги масофа $AB = d$ маълум бўлса (96-шакл, а), шулар асосида C нуқта ўринини графикавий аниқлаш *тўғри кестирма* усули дейлади. Мензула A га ўрнатилиб, планшетда A нинг проекцияси a белгиланади-да, марказлаштирилади, горизонтал вазиятга келтирилиб, буссоль ёрдамида ориентирланади. Кейин йўнилган қирра a га қўйилади ва B га ўрнатиш билан вехага қараб йўнилган қирра бўйича чизилади. Шу чизикқа $AB = d$ узунлик a дан масштаб бўйича ўлчаб қўйилса, B нинг проекцияси b топилади. Кейин йўнилган қирра a га қўйилади-да, C даги вехага қараб чизилади. Чизилган чизиклар давоми рамка ҳошиясига чизилиб, белги қўйилади (96-шакл, а). Сўнгра мензула B нуқтага қўйрилиб, b нуқта B га марказлаштирилади. Йўнилган қирра ba чизик бўйича қўйилиб, планшет бурилади-да, кипрегель A даги вехага қаратилади, бунда мензула ba чизик бўйича ориентирланган бўлади, шундан кейин у маҳкамланади. Кейин йўнилган қирра b га қўйилади ва C га қаралиб, йўнилган қиррадан чизилган чизикнинг ac чизик билан кесинув нуқтаси топилади, бу нуқта жойдаги C нинг планшетдаги проекцияси c бўлади.

Тескари кестирма усули. Агар A ёки B нуқтага асбоб ўрнатиш мумкин бўлмаб, асбоб C нуқтага ўрнатиб (96-шакл, б) бу усул тескари кестирма усули дейлади. Бунда A нуқтага асбоб ўрнатилагач, тўғри кестирмадагидек ишланади. Кейин асбобни C га ўрнатиб, $c'a$ бўйича чамалаб марказланади-да, $c'a$ бўйича ориентирланади. Йўнилган қиррани b га қўйиб, жойдаги B га қараб чизил-

ган чизиқнинг ac' билан кесишув нуқтаси c бўлади. Кейин шу c нуқта C га марказлаштирилади.

Геометрик тўр. Агар съёмка қилинадиган жойда тригонометрик пунктлар бўлмаса, таянч пунктлар геометрик тўр яшаш йўли билан ҳосил қилинади. Жойда икки пункт бўлса, улар геометрик тўр яшашга асос (базис) бўлади. Ҳеч қандай пункт бўлмаса, тўр мустақил ҳолда ўлчанган базис асосида ясалади. Бунинг учун съёмка қилинадиган жой ўртасидан текис жойда базис чизиғи олинади; у тўғри ва тескари йўналишида аниқ (1:3000 — 1:5000 аниқликда) ўлчанади. Базис узунлиги планда 5 — 10 см атрофида бўлади. Базис атрофида съёмка қилиш қулай бўлишини мўлжаллаб ва бир-биридан узоқлиги базис узунлигига тенгроқ қилиб бир неча нуқта олинади; уларни номерлаб, қозиқ қоқилади ва веха ўрнатилади. 97-шаклда 1 — 2 базис атрофида 3, 4 таянч нуқталар белгиланган. Мензулани 1 га ўрнатаб (бу станция бўлади), 2, 3, 4 нуқталарга қаралади-да, 1 — 2, 1 — 3, 1 — 4 чизиқлар чизилади; асбоб баландлигига қараб (КБ да), икки доирада $D\varphi$ ва 1φ саноқлари олинади. Агар асбоб баландлиги кўринмаса, φ баландликка қаралади. Кейин асбобни 2 га ўрнатилади ва бундан ҳам 1, 2, 3 нуқталарга қараб чизилади ва икки доирада саноқлар олинади. 1 — 3, 1 — 4, 2 — 3 ва 2 — 4 чизиқларнинг кесишувидан 3 ва 4 нуқталар проекцияси ҳосил бўлади. Кейин 3 ва 4 да туриб ҳам доиранинг икки туришида саноқлар олинади ва 31-жадвал тўлдирилади. Қиялик бурчаги (VIII.5) формула ёрдамида ҳисобланади. d нинг қиймати пландан



97-шакл. Геометрик тўр яшаш схемаси.

масштаб бўйича олинади, h нинг қиймати, асбоб баландлигига қаралса, (VIII. 8) формула ёрдамида, рейка баландлиги v га қаралганда эса (VIII.7) формула ёрдамида ҳисобланади. 31-жадвалда, мисол тариқасида, 4 та нуқтадаги кузатишлар кўрсатилган.

31-жадвал

$$i = 1,32 \text{ м}; \text{HS}'' = + 1'$$

Туридан нукта номери	Қаратилган нукта нумери	Вертикал доира саноғи				Қиялик бурчағи α			Масофа d	Нисбий ба- ландлик h	
		LS		$1/4$		+	°	'		±	м
		°	'	°	'						
1	2	0	16	359	46	+	0	15	220,00	+	0,96
	3	3	35	356	27	+	3	34	244,10	+	15,21
	4	357	14	2	46	—	2	46	239,70	—	11,58
2	1	359	45	0	17	—	0	16	220,00	—	1,02
	3	3	19	356	43	+	3	18	245,20	+	14,13
	4	357	10	2	52	—	2	51	251,30	—	12,51
3	1	356	28	3	34	—	3	33	244,10	—	15,14
	2	356	44	3	18	—	3	17	245,20	—	14,07
4	1	2	47	357	15	+	2	46	239,70	+	11,57
	2	2	51	357	11	+	2	50	251,30	+	12,43

Мисолда 3 нуқтадан 4 нуқта кўринмаган.

Тўғри ва тескари қарашдаги нисбий баландликлар ҳисоблангач, улар орасидаги фарқ аниқланади. Мисолда 1—2 орасидаги тўғри нисбий баландлик $h_{1-2} = +0,96 \text{ м}$, тескари нисбий баландлик эса $h_{2-1} = -1,02 \text{ м}$, фарқи $\Delta h = 0,06 \text{ м} = 6 \text{ см}$. $\Delta h < 0,04d \text{ см}$ бўлиши керак. d — томон узунлиги, мисолда $\Delta h = 6 \text{ см}$; $d = 220,00 \text{ м}$, йўл қўярли хато $\Delta h = 0,04 \cdot 220,00 = 8,8 \text{ см}$ бўлади. Қилинган хато кичик бўлганидан тўғри ва тескари нисбий баландликларнинг ўрта арифметик қиймати топилди. Мисолда $h_{\bar{y}} = \frac{h_{1-2} + |h_{2-1}|}{2} =$

$$= \frac{0,96 + 1,02}{2} = 0,99 \text{ м.} \text{ Ҳар қайси чизик учун шундай ўртача нис-}$$

бий баландлик ҳисобланади ва нисбий баландликларни тенглаш ҳамда отметкани ҳисоблаш жадвалига (32-жадвал) ёзилади. Нисбий баландлик нуқталар ўртасига ёзилади. Нисбий баландликларни тенглашда таянч нуқталар ёниқ кўп бурчаклик (бизда учбурчаклик) қилиб олинади. Мисолимиздаги геометрик түр 4 таянч нуқтадан иборат бўлганидан буни икки учбурчаклик қилиб, масалан, 1—3—2—1 ва 1—2—4—1 ҳолида тенглаш мумкин.

Нукта N	Нисбий баландликлар h						Тузатма		Тузатишган		Отметка Н
	$\pm$	тўғри	$\pm$	тескари	$\pm$	ўртача	$\pm$		$\pm$	h	
1	+	15,21	—	15,14	+	15,175	—	0,025	+	15,15	350,00
3	—	14,07	+	14,13	—	14,10	—	0,03	—	14,13	365,15
2	—	1,02	+	0,96	—	0,99	—	0,03	—	1,02	351,02
1											350,00
		$P_1 = 709,20$			+	15,175	—	0,085	+	15,15	
					—	15,09			—	15,15	
					$f_{h_1} +$	0,085				0,00	
1	+	0,96	—	1,02	+	0,99	—	0,03	+	0,96	350,00
2	—	12,51	+	12,43	—	12,47	—	0,03	—	12,50	350,96
4	+	11,57	—	11,58	+	11,575	—	0,035	+	11,54	338,45
1											350,00
		$P_{II} = 711,00$			+	12,565	—	0,095	+	12,50	
					—	12,47			—	12,50	
					$f_{h_2} +$	0,095				0,00	

Ўртача нисбий баландликлар ишораси тўғри нисбий баландликлар ишораси бўйича олинади. Ёпиқ йўлда нисбий баландликлар йини-диси ноль, яъни $\Sigma h_s = 0$ бўлиши керак; бу шарт бажарилмаса, $\Sigma h_s = f_h$ бўлади ва боғланмаслик хатоси дейилади. Мисолда биринчи учбурчакликда $f_{h_1} = +0,085$ м, иккинчи учбурчакликда $f_{h_2} = +0,095$ м, йўл қўярли хато қуйидаги чегарада бўлиши керак:

$$f_{h_{\text{чек}}} = \frac{0,04p}{\sqrt{n}} \text{ см,}$$

бу ерда P — йўл узунлиги (полигон периметри), м; n — нисбий баландликлар сон. Мисолда $p_1 = 709,20$ м, $p_2 = 711,00$ м, $n = 3$. Шунга кўра, $f_{h_{\text{чек}_1}} = \frac{0,04 \cdot 709}{\sqrt{3}} = \pm 16,3$ см; $f_{h_{\text{чек}_2}} = \pm 16,3$ см бўлади. Бу хатолар чизик узунлигига пропорционал бўлиб, тузатма топилади. Мисолда учбурчаклик томонлари тахминан тенг бўлганидан, 0,085 м учала ўртача нисбий баландликка бўлиб берилади.

Бўлишда миллиметрлар йўқолишига эътибор қилинади. Тузатмалар δ_h ўз графасига хатога тескари ишора билан ёзилади ва тарқатилади (32-жадвал). Кейин тузатмалар ўртача нисбий баландликларга алгебраик қўшилиб, тузатилган нисбий баландликлар топилади булар йилдиган ноль бўлиши керак. Сўнгра бош нуқтанинг берилган от-меткаси бўйича бошиқа таянч нуқталар от-меткаси топилади:

$$H_k = H_0 + h.$$

Кейинги нуқтанинг от-меткаси (H_k) олдинги нуқтанинг от-меткаси (H_0) га нисбий баландлик қўшилганига тенг.

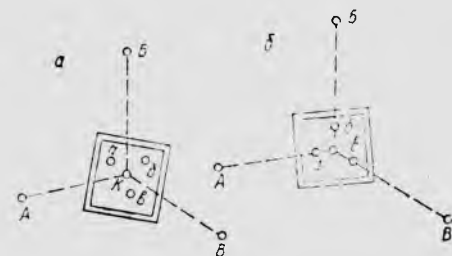
Мисолда $H_1 = 350.90$; $H_2 = H_1 + h_1 = 350.00 + 15.15 = 365.15$ ва ҳоказо. От-меткалар нуқта қаторига ёзилади.

Таянч нуқталар от-меткаси ҳисобланган соҳа нуқталар ўрни рубашкадан асосий қозоғга игна билан туширилади.

Ўқд. канал каби иншоотлар ўтадиган жойини съёмка қилишда, тахеометрик съёмка йўлидаги каби, мензула йўли олинади. Бунда мензула кетма-кет съёмка қилиш учун белгиланган синий чизил, бурчакларининг учларига қўйилади, томонлар (чизик узунликлари) лента ёки дальномер билан ўлчанади. Бурчак учларида жой рельефи ва ситуацияси съёмка қилинади.

Патенот масаласи. Жой рельефи ва ситуациясини съёмка қилишда баъзан проекциялари белгиланган таянч нуқталар старли бўлмай, съёмка қилиш учун яна қўшимча таянч нуқта олиш керак бўлади. Бу нуқта ўттиш нуқтаси дейилади. Ўттиш нуқтага асосий таянч нуқталар орқалида съёмка қилиш қулай бўлган жойда белгиланади. Унинг планшетдаги ўрни (проекцияси) кестирма усули ёки Патенот масаласини ечиш йўли билан аниқланади. Жойдаги уч нуқта ва унинг проекцияси орқали тўртинчи нуқтада туриб, шу нуқтанинг проекциясини аниқлаш *Патенот масаласи* дейилади. Буни аналитикавий ва графикавий йўллар билан ечиш мумкин. Графикавий ечишда бир неча усул қўлланилади.

Болотов усули. Жойдаги A , B ва B (98-шакл) нуқталар ва буларнинг планшетдаги проекциялари a , b ва b орқали тўртинчи нуқта D нинг проекцияси d ни аниқлаш учун мензулани D га ўрнатиб фақат горизонтал вазиятга келтирилади. Планшет устига восковка қозон қиоңка ёрдамида маҳкамланади. Восковкада ихтиёрий нуқта белгилаб



98-шакл. Патенот масаласини Болотов усули ечиш.

олинадида, кнпрегелининг йўнилган қирғаси k га қўйилади ва k бўлаги A , B ҳамда B нуқталарга қаралиб чизиклар ўтказилади. k сийн қиоңкалар олиниб, k дан чизилган учта чизик a , b ва b дан ўтувчи

восковка сурилади. Уч чизиқ уч нуқтадан ўтганда κ жойдаги D нинг проекцияси бўлади, бу проекция асосий қоғозга игна билан туширилади.

Ситуация ва рельефни съёмка қилиш. Жой ситуацияси ва рельефини съёмка қилишда тахеометрик съёмкадаги каби ишланади. Мензуланиң съёмкада кроки чизилмайди, горизонтал доира саноғи олинмайди. Бу ерда ҳам съёмка қутб усули билан бажарилади. Съёмка қилиш учун мензула нуқта устига масалан, I нуқтага ўрнатилиб, марказлаштирилади, нивелирланади ва $I-2$ чизиқ бўйича ориентирланади. Асбоб баландлиги i ўлчаниб, у рейкада лента болаб белгиланади, вертикал доира НЎ (КВ да) аниқланади. Кейин I нуқта атрофидан $7-8$ см (150 м) радиусда рубашка қирқиб олинади. Очилган ватман қоғозда I нуқта белгиланади, ёнига каср тарзида номери ва отметкаси (сурагга номери, махражга эса отметкаси) ёзилади. Шу нуқтадан атрофидаги ситуация ва рельеф съёмка қилинади. Съёмкани бошлашдан аввал съёмкачи (план олувчи) рейкачи билан бирга шу нуқта атрофини айланиб, жойини тўла ва тўғри съёмка қилиш учун рейка қўйиладиган нуқталарни (рейка нуқталар — пикет нуқталарни) — ситуация ва рельефиниң характерли нуқталарини кўрсатади ва уни белгилаш қисдаларини тушунтиради. Съёмкани асбобнинг $DЧ$ ҳолатида ишлан кулай. Рейка нуқталар станциядан 150—200 м масофада олинади. Чизиклар қиялик бурчаги $\alpha = 2^\circ$ бўлса унинг горизонтал қўйилиши топилмайд. Рейка тўла кўринмаса, дальномер саноқлари қуйи ва ўрта шдан олиниб, фарқи иккига кўгайтирилади. Кирпегелни рейка нуқтага қаратишда йўнилган қирра таянч нуқта (станция) прсекиясидаан ўтиши керак.

Ситуация нуқталарини тушириш учун йўнилган қиррани I нуқтага қўйиб, характерли нуқтага қаралади, йўнилган қирра бўйича чизиб, унга дальномер масофасининг горизонтал қўйилиши масштаб бўйича қўйилади. Рельеф нуқтасини туширишда эса ҳоқоридагидан бошқа вертикал доира саноғи ҳам олинади. Бу ерда ҳам съёмканининг ёрдамчиси махсус журналда рейка нуқталарини номерлаб, рельеф нуқталарининг нисбий баландлиги ва отметкаларини ҳисоблаб боради. Рейка нуқталар номери ва отметкалари нуқта ёнига ёзиб қўйилади. Ситуация нуқталари жойининг тузилишига қараб туташтирилса, жойининг тафсилоти тасвирланади. Рельеф нуқталари отметкасини интерполяция қилиш йўли билан жойининг рельефи тасвирланади.

Биринчи станцияда съёмка тугаб, ситуация, рельеф тўла тасвирлангач, кейинги (масалан, 3) нуқтага кўчилади. Биринчи станциядаги жой тасвири тоза турини учун бир арақ оқ қоғоз рубашка тагига қирғиб қўйилади. 3 нуқта устидаги рубашкадан маълум қисми йиртиб олиниб, съёмка юқоридагидек давом эттирилади. Шу тартибда ҳамма таянч ва ўтиш нуқталарида туриб съёмка қилингач, жой плани асосий қоғозда тўла тасвирланади. Шу билан съёмка иши тугайди. Уйда план пардозланади, яъни контур чизиклари қора тушда, горизонталлар жигар ранг бўёқда, сув ўринлари ҳаво ранг бўёқда бўялади. Ситуациялар шартли белгилар бўйича кўрсатилади. План номи, жойи, қуйи томонга чизикли масштаб, унинг икки ёнига

бурчак ва нишаблик масштаблари чизилади. Координата тўрлари 3, 4- топириқдаги каби расмийлаштирилади. Бундан ташқари, баъзан калькага жой контури кўчирилади ва бу контурлар калькаси дейилади.

Айрим калькага таянч нуқталар ва рейка нуқталарининг отметкалари кўчирилади. Бу — баландлик калькаси дейилади. Таянч нуқталарининг номер ва отметкалари қолдирилиб, рейка нуқтанинг номери ва отметкалари ўчирилади. Кейин тайёр план планшетадан кўчириб олинади. Бу план нусха кўчириш йўли билан кўпайтирилади.

Х Б О Б

БАРОМЕТРИҚ НИВЕЛИРЛАШ

76- §. Барометрик нивелирлаш асослари

Ер юзидаги икки нуқтанинг нисбий баландлигини физикавий усуллар билан ҳам аниқлаш мумкин. Бунда жой шароити, нивелирлаш аниқлиги ва бошқа талабларга қараб, барометрик, гипсотермометрик ва гидростатикавий усуллар қўлланилади.

Гипсотермометрик нивелирлашда баландлик ҳаво босимининг ўзгариши билан сувнинг қайнаш температурасининг ўзгариши орқали аниқланади. Бу усулнинг аниқлиги унча бўлмаганлиги ва мураккаб бўлганлиги учун инженерлик ишларида ундан фойдаланилмайди.

Гидростатикавий нивелирлаш тинч турган сув юзининг бир горизонтда ётишга асосланади ва бунда турли кўринишдаги гидростатикавий нивелирлар ишлатилади. Асбоб асосан қурилиш майдонларида кичик нисбий баландликларни юқори аниқлик билан ўлчаш ишларида қўлланилади. Техникавий нивелир 10—50 м узунликдаги резина шлангдан иборат бўлиб, унинг икки учига шиша идишлар туташтирилган бўлиб, сув билан тўлдирилган. Сув юзининг шиша идишлардаги горизонтини аниқ белгилаш учун микрометрли шкалалар ясалган. Улардан 0,2 мм гача аниқ санок олинади. Янги гидростатикавий нивелирлар нисбий баландликни 0,05 мм гача аниқ топишга имкон беради.

Барометрик нивелирлашда ҳам нисбий баландлик ҳаво босимининг ўзгариши орқали аниқланади. Бу усул темир йўл, тош йўл ва канал ўтадиган жойларни дастлабки қидирув ишларида қўлланилади. Кўпинча, барометрик нивелирлаш чамалаш съёмкаси билан бирга олиб борилади.

Анероиддан ташқари, Менделеев дифференциал барометри дейладиган асбоб ҳам висотомер (баландлик ўлчагич) сифатида ишлатилади.

Барометрик нивелирлашда икки нуқта *A* ва *B* ўртасидаги нисбий баландлик шу нуқталарда ўлчанган ҳаво босими орқали маълум формула ёрдамида ҳисоблаб топилади.

Барометрик нивелирлашда симобли ва металл барометр-анеронидлар ишлатилади. Симобли барометр аниқ натижа берса ҳам, қўпол ва шиша бўлаклари нозик бўлганидан, у кам ишлатилади. Дала ишларида, асосан барометр-анерониддан, анеронид санокларини текширишда эса симобли барометрдан фойдаланилади.

Барометрик нивелирлашда икки нуқтадаги ҳаво босими маълум бўлса, шу нуқталар ўртасидаги нисбий баландлик қуйидаги эмпирик формула ёрдамида аниқланади:

$$h = 18470 \left(1 + 0,0037 \frac{t_1 + t_2}{2} \right) (\lg B_1 - \lg B_2), \quad (\text{X. 1})$$

бу ерда 18470 — ўзгармас коэффициент, t_1, t_2 — икки нуқтадаги ҳаво температуралари;

0,0037 — температура коэффициенти; B_1, B_2 — икки нуқтада симобли барометр билан аниқланган ҳаво босимлари.

Маълумки, нивелирлаш вақтида ҳаво температураси вақтга қараб ўзгаради; шу ва бошқа сабабларга қараб, анеронид ҳаво босимини тўғри кўрсатмайди. Шунинг учун анеронид стрелкаси бўйича олинган санок (анерониднинг кўрсатиши) симобли барометр кўрсатишига келтирилади. Агар анеронид кўрсатиши A бўлса, уни симобли барометр кўрсатиши B_0 га келтириш учун қуйидаги формула ишлатилади.

$$B_0 = A + a + bt_A + c(760 - A), \quad (\text{X. 2})$$

бунда a — анерониднинг қўшимча тузатмаси (агар $t_A = 0^\circ$, $A = 760$ бўлса, $a = B_0 - A$ бўлади); b — температура коэффициенти; t_A — анеронид температураси; bt_A — температура тузатмаси (бу тузатма анеронид температурасига қараб ўзгаради); $c(760 - A)$ — шкала тузатмаси (ҳаво босимига қараб ўзгаради); 760 — денгиз сатҳидаги ҳавонинг ўртача босими.

Демак, нивелирлаш учун икки нуқтага туриб анерониддан санок олинади, бу саноклар (X. 2) формула бўйича симобли барометр кўрсатишига келтирилади, сўнгра (X. 1) формула орқали нисбий баландлик ҳисобланади. Анеронид санокни 0,1 мм аниқликда олинади.

a, b ва $c(760 - A)$ лар қиймати анеронид аттестатида берилган бўлади.

Нисбий баландлик юқоридаги (X. 1) формула асосида тахминий баландликлар жадвали ёрдамида ва бундан ташқари, баландликларнинг барометрик босқичлари жадвали бўйича ҳисобланади.

77- §. Баландликларнинг барометрик босқичлари жадвали

Икки нуқтанинг нисбий баландлигини аниқлашда «баландликларнинг барометри босқичлари жадвали» ҳам ишлатилади. Бу жадвал қуйидагига асосланади. Агар икки нуқтадаги ҳаво босими B_1, B_2 бўлса, буларнинг айирмаси ($\Delta B = B_1 - B_2$) биринчи нуқтадан иккинчи нуқтага кўтарилгандаги босим ўзгаришини кўрсатади. Бу айирма

1 мм босим ўзгаришига тўғри келадиган баландлик ΔH га кўпайтирилса, икки нуқтанинг нисбий баландлиги топилади:

$$h = \Delta H \cdot \Delta B, \quad (\text{X. 3})$$

бунда ΔH — баландликларнинг барометрик босқичи бўлиб, қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta H = \frac{8019}{B} \cdot (1 + 0.0037t), \quad (\text{X. 4})$$

бунда B — ҳаво босими; t — ҳаво температураси.

(X. 4) формуладаги B ва t ўрнига турли қиймат қўйиш йўли билан ΔH учун жадвал тузиш мумкин (33- жадвал).

33- ж а д в а л

Баландликнинг барометрик босқичлари жадвали, м

t°	Симобли барометр кўрсатиши, мм								t°
	750	740	730	720	710	700	690	680	
-2	10,61	10,76	10,90	11,06	11,21	11,37	11,51	11,71	-2
0	69	84	98	14	29	46	62	79	0
+2	77	92	11,07	22	38	51	71	88	+2
4	85	99	15	30	46	62	79	97	4
6	93	11,07	23	38	54	71	88	12,05	6
8	11,01	15	31	46	63	79	96	14	8
10	0,8	23	39	55	71	88	12,05	23	10
12	16	31	47	63	79	96	13	31	12
14	24	39	55	71	88	12,04	22	40	14
16	32	47	63	79	96	13	30	48	16
18	40	55	71	87	12,01	21	39	57	18
20	48	63	79	95	12	30	47	66	20
22	55	71	87	12,04	20	38	56	74	22
24	63	79	95	12	29	46	64	83	24
26	71	87	12,03	20	37	55	73	92	26
28	79	95	11	28	45	63	81	13,00	28
30	87	12,03	19	36	54	72	90	09	30
32	95	11	27	44	62	80	99	18	32
34	12,02	19	35	53	70	88	13,07	26	34

Бу жадвалдан фойдаланишда икки нуқтадаги босим (B_1 , B_2) ва температура (t_1 ва t_2) ning ўрта арифметик қийматлари (B ва t) топилади, сўнгра B ва t қийматлари бўйича жадвалдан ΔH олинади. Масалан, $B_1 = 746,0$ мм; $t_1 = 32$ ва $B_2 = 738,0$ мм, $t_2 = 28$ бўлсин; бунда $B = 742,00$ мм, $t = 30$ бўлади. Жадвал бўйича 30 қаторидан 750,0 ва 740 устунларидаги ΔH қиймати 11,87 ва 12,03 ни олиб интерполяция қилиш йўли билан 742,0 га тўғри келган $\Delta H = 12,00$ мм топилади. Шунда нисбий баландлик $h = \Delta H \cdot (B_1 - B_2) = 12,0 \cdot (746,0 - 738,0) = 12,0 \cdot 8,0 = 96$ м бўлади.

78- §. Тахминий баландликлар жадвали

(34- жадвал)

Бу жадвални тузишда барча нуқталарнинг денгиз сатҳига нисбатан турган баландлиги маълум бир температурада аниқланади. Агар денгиз сатҳидаги ҳавонинг ўртача босими 760 мм ва $B_1 = 760$ мм бўлса, бу қиймат ва иккинчи нуқтадаги босим B_2 қиймати (X.1) формулага қўйиб аниқланганда, иккинчи нуқтанинг денгиз сатҳидан бўлган баландлиги чиқади. Бу тахминий баландлик ёки тахминий амплитуда дейилади. Масалан, M нуқтада температура $t = +15^\circ$ бўлганда, ҳаво босими $B_0 = 740,0$ мм бўлади, дейлик.

Денгиз сатҳидаги температура ҳам $+15^\circ$ деб олинса, (X.1) формула бўйича M нуқтанинг денгиз сатҳидан бўлган баландлиги, яъни абсолют баландлик қуйидагича топилади:

$$H = 18470 (1 + 0,0037 \cdot 15^\circ) (\lg 760 - \lg 740) = 247,8 \text{ м.}$$

Бу сон M нуқтанинг тахминий баландлиги бўлади.

Икки нуқтанинг нисбий баландлигини аниқлаш учун, шу нуқталар тахминий баландликларининг айирмаси ҳисоблаб топилади. Барча тахминий баландликлар (алтитудалар) ишора ва қиймати жиҳатидан тахминан бир хил хато билан ҳисобланганидан, алтитудалар айирмаси бўлган нисбий баландликда хато бўлмайди.

Агар жадвал маълум температура учун (0 ёки $+15$) тузилган бўлса, у вақтда икки нуқта тахминий алтитудалари айирмасига шу икки нуқтадаги ҳавонинг ўртача температураси ($t_0 = \frac{t_1 + t_2}{2}$) учун ҳисобланадиган тузатма δ қўшилади, яъни нисбий баландлик

$$h = H_2 - H_1 + \delta \quad (\text{X. 5})$$

бўлади. δ қиймати t_0 миқдори бўйича махсус формула билан топилади ва ҳаво температураси тузатмаси деган 35-жадвал тузилади.

79- §. Барометрик нивелирлаш журналини тўлдириш

(36- жадвал)

Журналнинг 1, 2, 3, 4 ва 5- графалари нивелирлаш вақтида термометр, анероид ва соатдан олинган саноқлар бўйича далада тўлдирилади, журналнинг 6—18- графалари ҳисоблаш йўли билан қуйидаги тартибда тўлдирилади:

1. 6- графага анероиднинг қўшимча тузатмаси аттестатидан олиб ёзилади. Мисолда $a = +1,0$.

2. 7- графани тўлдириш учун температура коэффиценти $b = -0,07$ ҳар нуқтадаги анероид температурасига кўпайтирилади ва ўз ишораси билан нуқта қаторига ёзилади. Масалан, 1- нуқтада $bt_A = -0,07 \cdot 25,6 = -1,79$ мм бўлади. 2- нуқтада эса $bt_A = -1,82$ мм. Бошқа нуқталардаги температура тузатмалари ҳам шу тартибда ҳисоблаб топилади.

3. 8- графани тўлдириш учун анероид аттестатидаги жадвалдан анероиднинг кўрсатишига тўғри келган тузатма олинади. Босимга

тўғри келган сон жадвалда бўлмаса, интерполяция қилиб топилади. Аттестатда бериладиган «шкала тузатмаси» деган жадвалнинг бир қисми қуйида келтирилган.

Шкала тузатмаси

Босим А	750	740	730	720	710	700	690	680
$c(760 - A)$	-0,1	-0,1	-1,1	-0,1	-0,1	0,0	+0,1	+0,1

1 нуқтада босим 720,5 мм бўлганидан, $c(760 - A) = -0,1$ мм; бу миқдор 1- нуқта қаторига (8- графага) ёзилади. 2- нуқтада $A = 716,9$ бўлганидан, $c(760 - A) = -0,1$ мм бўлади ва ҳоказо.

4. 9- графа 5, 6, 7 ва 8- графадаги қийматлар йиғиндиси бўлиб, у (X. 2) формуладан ҳисоблаб топилади-да графага ёзилади. Масалан, 1- нуқтада $B_0 = 720,5 + 1,0 - 1,79 - 0,1 = 719,6$ мм.

Бу графадаги қийматлар симобли барометр кўрсатишига келтирилган босим бўлади. Барометрик нивелирлашда бош нуқтага (1- нуқтага) қайтиб, яна саноқ олинган; лекин вақт ўтиши билан ҳаво температурасининг ўзгариши сабабли anerоиддан олинган саноқ 720,1 мм бўлган. Бу саноқ симобли барометр кўрсатишига келтирилса, $B_0 = 718,9$ мм бўлади. Энди охириги ва бош саноқлар бўйича симобли барометр кўрсатишига келтирилган босимлар 9- графа тагига ёзилиб, уларнинг айирмалари топилади:

$$\Delta B = B_0 - B_6 = 718,9 - 719,6 = -0,7 \text{ мм.}$$

бу ерда ΔB — босимнинг нивелирлаш бошида ва охирида 1- нуқтада туриб саноқлар олиш орасида ўтган вақт ичидаги ўзгариши.

Мисолимизда бу вақт T билан белгиланган ва у 6 соатга тенг қилиб олинган. Босимнинг бу ўзгариши $\frac{\Delta B}{T} \leq 0,3$ мм бўлиши керак.

$$\text{Мисолда } \frac{\Delta B}{T} = \frac{0,7}{6} = 0,11 \text{ мм.}$$

5. 10- графадаги вақт тузатмалари қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\Delta B_i = \frac{\Delta B}{T} (T_i - T_6), \quad (\text{X. 6})$$

бунда ΔB_i — нуқталарга бериладиган вақт тузатмаси (i — нуқта номерини кўрсатади); T_6 — 1- нуқтадаги бош саноқ олинган вақт; T_i — кузатиш нуқтасидаги саноқ олиш вақти.

(X. 6) формула ёрдамида ҳисоблашда T , T_i ва T_6 соат ҳисобида ифодаланади. Мисолда $T_6 = 8,0$, $T_1 = 9,3$, $T_2 = 10,0$; $T_3 = 10,3$ ва ҳоказо, $\Delta B = 0,7$ мм. $T = 6,0$ (2 ва 9- графикалар тагига қаранг). Тузатма 2- нуқтадан бошлаб берилган. Нуқталар босимига киритиладиган вақт тузатмаси (X. 6) га биноан:

$$\Delta B_2 = \frac{-0,7}{6} \cdot (9,3 - 8,0) = \frac{-0,7}{6} \cdot 1,3 = -0,15 \cong -0,1;$$

$$\Delta B_3 = \frac{-0,7}{6} \cdot (10,0 - 8,0) = \frac{-0,7}{6} \cdot 2 = -0,23 \cong -0,2;$$

$$\Delta B_4 = -0,27 \cong -0,3; \Delta B_5 = -0,5; \Delta B_1 = -0,7$$

бўлади. Юқорида ҳисобланган тузатмалар 10- графага (нуқталар қаторига) тескари ишора билан ёзилади.

7. 11- графага тузатилган босимлар қиймати ёзилади; булар 9 ва 10- графадаги қийматларнинг алгебраик йиғиндисига тенг. Масалан,
 $B_1 = 719,6 \text{ мм}; B_2 = 716,0 + 0,1 = 716,1 \text{ мм}; B_3 = 713,2 + 0,2 = 713,4 \text{ мм}; B_4 = 712,3 + 0,3 = 712,6 \text{ мм}; B_5 = 714,5 + 0,5 = 715,0 \text{ мм};$

$$B_1 = 718,9 + 0,7 = 719,6 \text{ мм.}$$

7. 12- графани тўлдириш учун 11- графадаги тузатилган босим қийматлар бўйича «тахминий алтитуда» жадвали (34- жадвал) дан ҳар қайси нуқтанинг тахминий алтитудаси H_i топилади ва тегишли нуқта қаторига ёзилади. Мисолдаги 1- нуқтанинг тахминий алтитудаси жадвалга кўра 483,7 м, 2- нуқтаники 524,8 м ва ҳоказо.

34- жадвал

Тахминий алтитуда жадвали

Босим, мм	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
710	597,1	595,9	594,7	593,5	592,4	591,2	590,0	588,8	587,6	586,4
711	585,2	584,0	582,8	581,7	580,5	579,3	578,1	576,9	575,7	574,5
712	573,3	572,2	571,0	569,8	568,6	567,4	566,2	565,0	563,9	562,7
713	561,5	560,3	559,1	557,9	556,8	555,6	554,4	553,2	552,0	550,8
714	549,7	548,5	547,3	546,1	544,9	543,7	542,6	541,4	540,2	539,0
715	537,8	536,6	535,5	534,3	533,1	531,9	530,7	529,6	528,4	527,2
716	526,0	524,8	523,7	522,5	521,3	520,1	518,9	517,8	516,6	515,4
717	514,2	513,1	511,9	510,7	509,5	508,3	507,2	506,0	504,8	503,8
718	502,5	501,3	500,1	498,9	497,8	496,6	495,4	494,2	493,0	491,9
719	490,7	489,5	488,3	487,2	486,0	484,8	483,7	482,5	481,3	480,1
720	479,0	477,8	476,6	475,4	474,3	473,1	471,9	470,7	469,9	468,4
721	467,2	466,1	464,9	463,7	462,5	461,4	460,2	459,0	457,9	456,7
722	455,5	454,4	453,2	452,0	450,8	449,7	448,5	447,3	446,2	445,0
723	443,8	442,7	441,5	440,3	439,2	438,0	436,8	435,7	434,5	433,6
724	432,2	431,0	429,8	428,7	427,5	426,3	425,2	424,0	422,8	421,7
725	420,5	419,3	418,2	417,0	415,8	414,7	413,5	412,3	411,2	410,0
726	408,9	407,7	406,5	405,4	404,2	403,0	401,9	400,7	399,5	398,4
727	397,2	396,1	394,9	393,7	392,6	391,4	390,3	389,1	387,9	386,8
728	385,6	384,4	383,3	382,1	381,0	379,8	378,6	377,5	376,3	375,2
729	374,0	372,9	371,7	370,5	369,4	368,2	367,1	365,9	364,7	363,6
730	362,4	361,3	360,1	359,0	357,8	356,6	355,5	354,3	353,2	352,0

8. 13- графа қуйидаги формулага тегишли қийматларни қўйиб, уни ечиш йўли билан тўлдирилади:

$$h_i = H_{i+1} - H_i.$$

Мисолда 1 ва 2- нуқталар тахминий алтитудаларининг айирмаси:

$h_1 = H_2 - H_1 = 524,8 - 438,7 = + 41,1$ м, 2 ва 3- нуқталар-
ники эса: $h_2 = H_3 - H_2 = 556,8 - 524,6 = + 32,0$ м ва ҳоказо.

13- графадаги сонлар йил индисни ҳисобланади ва тагига ёзилади.

$$\sum h_i = 0 \text{ бўлиши керак.}$$

9. 14- графадаги ҳавонинг ўртача температураси қуйидаги фор-
мула асосида тўлдирилади:

$$t_{01} = \frac{t_1 + t_{+1}}{2}.$$

Мисолда 1 ва 2- нуқталардаги ҳаво температураларининг ўрта
арифметик қиймати

$$t_{01} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{25,0 + 26,4}{2} = 25,7$$

ва ҳоказо.

10. 15- графадаги ҳаво температураси тузатмасининг қийматлари
қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\delta_i = 0,603475 (H_{i+1} - H_i) \cdot \left(\frac{t_i + t_{i+1}}{2} - 15 \right). \quad (\text{X. 7})$$

буида H_i , H_{i+1} — кетма-кет келган нуқталарининг тахминий алтиту-
даси; t_i , t_{i+1} — шу нуқталардаги ҳаво температураси. (X. 7) форму-
ладан аниқланадиган δ қиймати махсус 35- жадвалдан топилади.

35- ж а д в а л

Ҳаво температурасига тузатма жадвали

$\frac{h, \text{ м}}{t^\circ}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	$\frac{h, \text{ м}}{t}$
— 5	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,6	8,3	9,0	+35
— 4	0,7	1,3	2,0	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	5,9	6,6	7,3	7,9	8,6	+34
— 3	0,6	1,3	1,9	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6	6,3	6,9	7,5	8,1	+33
— 2	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	7,7	+32
— 1	0,6	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6	6,5	6,7	7,2	+31
— 0	0,5	1,0	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,2	4,7	5,2	5,7	6,3	6,8	+30
+ 1	0,5	1,0	1,5	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,8	6,3	+29
+ 2	0,5	0,9	1,4	1,9	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,4	5,9	+28
+ 3	0,4	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	+27
+ 4	0,4	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	+26
+ 5	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,5	+25
+ 6	0,3	0,6	0,9	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,8	4,1	+24
+ 7	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	+23
+ 8	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,2	+22
+ 9	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	+21
+10	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	+20
+11	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	+19
+12	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	+18
+13	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	+17
+14	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	+16

Тузатмалар икки қўшни нуқта алтитудаларининг айирмаси h_i ва ўртача температураси t_{oi} орқали 35-жадвалдан интерполяция қилиш йўли билан аниқланади.

(X. 7) формулага кўра, δ нинг қиймати h' ва t_o га боғлиқ бўлиб, $t_o > 15^\circ$ бўлганда, δ нинг ишораси h' нинг ишорасида, $t_o < 15^\circ$ бўлганда эса h' га тескари ишорада бўлади.

Мисол, биринчи нисбий баландлик $h_1 = +41,1$ м, $t_{o1} = 25,7^\circ$ бўлганда тузатмани тоғнинг учун, аввало 35-жадвалдан $h = 40,0$ м бўлган ҳол учун $t_o = 25$ ва $t_o = 26$ ларининг тузатмалари олинди. $h' = 40,0$ м, $t_o = 25$ бўлганда тузатма $\delta = 1,4$ м, $h' = 40,0$ м, $t_o = 26$ бўлганда эса тузатма $\delta = 1,5$ м бўлади.

Тузатмалар айирмаси $\Delta\delta = 1,1$ м тузатманинг 1° га тўғри келган ўзгариши бўлганидан, $0,7^\circ$ ва $0,07^\circ$ м тўғри келади. Шунда $h' = 40$ м, $t_o = 25,7^\circ$ га $\delta' = 1,4 + 0,07 = 1,47$ м тузатма тўғри келади. Мисолимизда алтитуда айирмаси $h' = 41,1$ м бўлгани учун $1,1$ м га тўғри келган тузатмани ҳисоблашда $h' = 50,0$ м тузатмаларидан ҳам фойдаланамиз:

$$h' = 50,0 \text{ м, } t_o = 25^\circ \text{ бўлганида, } \delta = 1,7 \text{ м;}$$

$$h' = 50,0 \text{ м, } t_o = 26^\circ \text{ бўлганида, } \delta = 1,9 \text{ м;}$$

$$\Delta\delta = 1,9 - 1,7 = 0,2 \text{ м.}$$

Бу ҳолда 1° га $0,2$ м тўғри келса, $0,7^\circ$ га $0,14$ м тўғри келади $h' = 50,0$ м, $t_o = 25,7^\circ$ м га тўғри келган тузатма $\delta'' = 1,7 + 0,14 = 1,84$ м бўлади. Мисолда $h' = 41,1$ м бўлганидан тузатманинг h' га қараб ўзгаришини аниқлайлик:

$$h' = 40,0 \text{ м, } t_o = 25,7^\circ \text{ бўлганида, } \delta = 1,47 \text{ м;}$$

$$h' = 50,0 \text{ м, } t_o = 25,7^\circ \text{ бўлганида, } \delta'' = 1,84 \text{ м;}$$

$$\Delta\delta' = 1,84 - 1,47 = 0,37 \text{ м.}$$

Тузатмалар айирмаси $\Delta\delta' = \delta'' - \delta' = 0,37$ м бўлганида, у 10 м нисбий баландликка тўғри келади, мисолдаги $\Delta h = 1,1$ м га эса қуйидаги тўғри келади:

$$\Delta\delta_1 = \frac{\Delta\delta'}{10} \Delta h = \frac{0,37}{10} \cdot 1,1 \approx 0,04 \text{ м.}$$

Энди $h' = 41,1$ м, $t_o = 25,7^\circ$ га тўғри келадиган ҳаво температураси тузатмасини ҳисоблаш учун $h' = 40,0$ м, $t_o = 25,7^\circ$ тузатмаси а $\Delta\delta_1$ қўшилади (чунки t_o нинг қиймати 15° дан ортгани ва h' нинг кўпайиши билан тузатма ҳам ошади); бу биринчи нисбий баландлиқнинг ҳисобланган тузатмаси қуйидагича бўлади:

$$\delta_x = \delta' + \Delta\delta_1 = 1,47 + 0,04 = 1,51 \text{ м} \approx 1,5 \text{ м.}$$

Чундан бу сон 15-графага (1 ва 2-нуқталар ўртасига, нисбий баландлик қаторига) ёзилади.

Иккинчи нисбий баландлик $h_2 = 32,0$ м, $t_{o2} = 26,7^\circ$ га тегишли ҳисобланган тузатма $\delta_x = +1,3$ м бўлади. Боника нуқталарнинг нисбий баландлик тузатмаси ҳам шу тартибда топилади.

Келтирилган мисолдаги барча нуқталарда ҳаво температураси $+15^\circ$ дан юқори бўлганлигидан, ҳисобланган тузатмалар нисбий баландлик ишораси билан ўз қаторига ёзилади.

Нивелирлаш йўли ёпиқ бўлганидан тузатмалар йиғиндиси нолга тенг ($\sum \delta_x = 0$) бўлиши керак. Лекин ҳисоблашда боғланмаслик хатоси f_b чиқади, яъни:

$$\sum \delta_x = f_b$$

бўлади.

Мисолда $f_b = -0,7$ м. Бу хато тузатмаларнинг абсолют қийматига пропорционал бўлиниб, тескари ишора билан тарқатилади.

Шунда δ_x ларга бериладиган тузатмалар қийматлари қуйидаги — формуладан топилади:

$$\delta_{t_i} = -\frac{f_b}{\sum |\delta_x|} \cdot \delta_{x_i} \quad (X. 8)$$

Мисолда $f_b = -0,7$ м; $\sum |\delta_x| = | +32 | + | -3,9 | = 7,1$ м.

Мисолдаги биринчи тузатмага бериладиган тузатмача:

$$\delta_{t_1} = \frac{-0,7}{7,1} \cdot 1,5 = -0,2.$$

Иккинчи тузатмага бериладиган тузатмача $\delta_{t_2} = \frac{-0,7}{7,1} \cdot 1,3 = -0,1$ ва ҳоказо бўлади; тузатмачалар 0,1 м гача яхлитланади. Ҳисобланган тузатмачалар йиғиндиси $\sum \delta_{t_i} = 0,7$ га тенг бўлиши керак. Сўнгра булар 15- графадаги тузатмалар устига (f_b ишорасига тескари ишора билан) ёзилади. Масалан, $f_b = -0,7$ бўлганидан, тузатмачалар $+0,2$, $+0,1$ ва ҳоказо каби ёзилади.

11. 16- графага тузатилган тузатмалар (δ_{T_i}) ёзилади. Бунинг учун 15- графадаги ҳисобланган тузатмаларга ўз тузатмачалари ағгебраик қўшилади, яъни $\delta_{T_i} = \delta_{x_i} + \delta_{t_i}$ бўлади. Масалан, 1- алтн-туда айирмаларининг тузатилган тузатмаси $\delta_{T_1} = +1,5 + 0,2 = +1,7$; 4- нисбий баландликники эса $-1,3 + 0,1 = -1,2$ ва ҳоказо бўлади. 16- графа йиғиндиси нолга тенг бўлиши керак. Мисолда $+3,5 + (-3,5) = 0$.

12. 17- графага $h_i = h'_i + \delta_{T_i}$ формуласига биноан тузатилган нисбий баландликлар ёзилади, яъни 13 ва 16- графалардаги қийматлар ўз қаторлари бўйича қўшилади. Масалан, биринчи тузатилган нисбий баландлик $h_1 = h'_1 + \delta_{T_1} = +41,1 + 1,7 = +42,8$ м; 2- нисбий баландлик $h_2 = h'_2 + \delta_{T_2} = 32,0 + 1,4 = 33,4$ м ва ҳоказо бўлади ҳамда улар ўз қаторига ёзилади.

Бу графа йиғиндиси ҳам нолга тенг, яъни $\sum h_i = 0$ бўлиши керак.

13. 18- графадаги нуқталар отметкаси H_i бош нуқтанинг берилган отметкаси орқали 17- графадаги тузатилган нисбий баландликлар бўйича қуйидагича топилади:

Нукталар	Кузатиш вақти T	Температура		Антероид, курсатими A , мм	Антероид тузатмалари		$c(750 - A)$ мм	Келтирилган босим B_0 , мм	Бақт тузатмалари ΔB , мм	Вақтга тузатиш босими B , мм	Тахминий, аз титудга H_1 , м	Амплитудалар айирмаси (нисбий баландлик) h , м	Ҳавонинг ўртача температураси t , °C	Ҳаво температураси тузатмалари δ_x	Тузатиш температураси тузатмалари δ_t	Тузатиш баландлик h , м	Отметка H , м	Эскалатор
		ҳавонинки t	антероидники t_A		a , м	h_t , А мм												
1	8—00	25,0	25,6	720,5	+1,0	-1,79	-0,10	719,6	—	719,6	483,7	-41,1	25,7	+0,2	+1,7	+42,8	485,5	Ҳаво-очик
2	9—20	26,4	26,0	716,9	+1,0	-1,82	-0,10	716,0	-0,1	716,1	524,6	+32,0	26,7	+0,1	+1,4	+33,4	528,3	
3	10—00	27,0	26,8	714,2	+1,0	-1,88	-0,10	713,2	+0,2	713,4	556,8	-9,4	27,1	0,0	+0,4	+9,8	561,7	
4	10—20	27,2	26,8	713,3	+1,0	-1,88	-0,10	712,3	+0,3	712,6	566,2	-28,4	27,6	+0,1	-1,2	-29,6	571,5	
5	12—00	28,0	27,4	715,5	+1,0	-1,92	-0,10	714,5	+0,5	715,0	537,8	-54,1	29,0	+0,3	-2,3	-56,8	541,9	
1	14—00	30,0	30,0	720,1	+1,0	-2,10	-0,10	718,9	+0,7	719,6	483,7	—	—	-2,6	—	—	485,5	
6—00								718,9 719,6 -0,7				+82,5 -82,5		+3,2 -3,9	+3,5 -3,5 0,0	+86,0 -86,0 0,0		
											$\sum h' = 0,0$			$\sum \delta_x = -0,7$				
														$\sum \delta_x = 7,1$				

$$H_i = H_{i-1} + h_{i-1} \quad (\text{X. 9})$$

Аниқланган бу отметкалар нуқталар қаторига ёзилади. Масалан, 1- нуқтанинг отметкаси $H_1 = 485,5$ м бўлса, кейинги нуқталарнинг отметкалари қуйидагича топилади:

$$H_2 = 485,5 + 42,8 = 528,3;$$

$$H_3 = 528,3 + 33,4 = 561,7$$

ва ҳоказо.

Барча нуқталар отметкаси ҳисобланганч, улар бўйича юрилган йўл профили чизилади. Мисолимиздаги нивелирланган нуқталар орасидаги масофа ва нуқталар отметкаси 37- жадвалда берилган.

37 - жадвал

Нуқталар	Масофа D , м	Отметка H
1	450,00	485,5
2	340,00	528,3
3	210,00	561,7
4	570,00	571,5
5		541,9

Жадвалдаги қийматлар асосида горизонтал масштаб 1:10000, вертикал масштаб эса 1:1000 қилиб олиниб профиль чизилган (99- шакл).

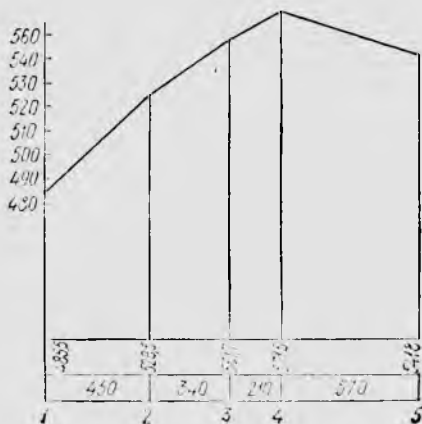
Механикавий нивелирлаш.

Қидирув ишларида ўтказиладиган нивелирлашга доир ишларни тезлатиш учун автомат-нивелирлардан фойдаланилади. Бу асбоб велосипед рамасига ўрнатилган бўлиб, барабанга ўралган миллиметрик қонсзга юрган йўл профили маълум механизмлар ёрдамида чизилади. Профилдан нутқа отметкалари олинади.

Аэрорадионивелирлаш.

Аэрофотосъёмка ишларида баландликларни аниқлаш учун статоскоп дейиладиган асбоб— Менделсев дифференциал барометри асосида ясалган ас-

боб ишлатилади. Бундан ташқари, жой баландликларини аниқлашда радио висотомердан ҳам фойдаланилади.



99 - шакл.

ТОПОГРАФИК КАРТАЛАР НОМЕНКЛАТУРАСИ

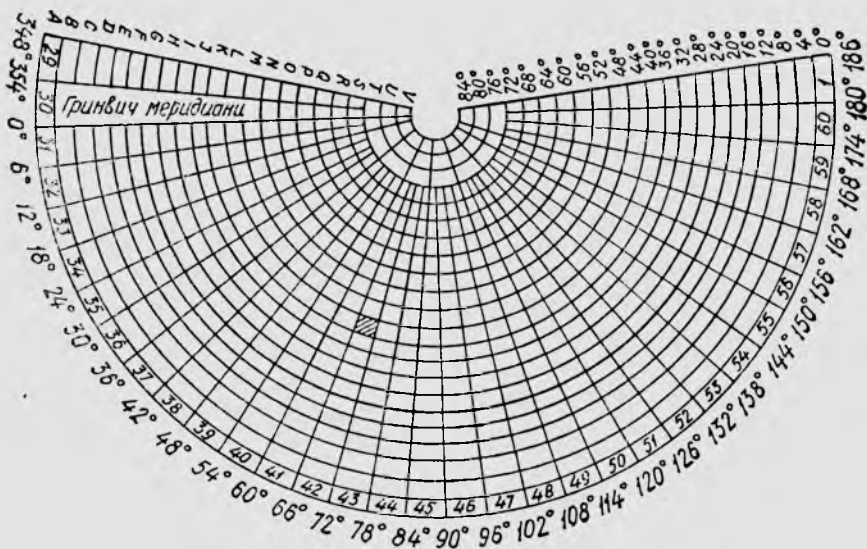
78-§. Карта ва унинг номенклатураси

Масштаби 1:1 000 000 дан кичик бўлган карталар майда масштабли ёки географик карталар дейилади. Масштаби 1:200 000 дан 1:1 000 000 гача бўлган карталар ўрта масштабли ёки обзор топографик карталар деб, масштаби 1:100 000 ва бундан йирик карталар эса йирик масштабли ёки, қисқача, топографик карталар деб аталади.

Совет Иттифоқида 1:1 000 000 масштабли карта асосий давлат картаси деб қабул қилинган.

Бу масштабдаги картанинг ҳар бир varaғи кенглик жиҳатидан 4, узoқлик жиҳатидан 6° га тенг трансeциядан иборат. Ер юзасидаги бу ўлчамдаги майдон бир планшeтга тўла жойлашади. Кўп varaқли картанинг ҳар бир varaғи ер юзасида кенглик ва узoқлик бўйича маълум ўринни eгаллайди ва айрим белгилар билан кўрсатилади. Карта varaқларини белгилаш системаси *топографик карта номенклатураси* дейилади.

Картани varaқларга бўлиш ҳамда varaқлар номенклатурасини белгилаш учун бутун ер шарининг юзаси ҳар 6° дан ўтказилган меридианлар билан 60 та колоннага бўлинади; колонналар араб рақамлари билан номерланади, номерлаш узoқлиги 180° бўлган меридиандан бошланиб, ғарбдан шарққа томон 1 дан 60 гача oшиб боради (100-шакл).



100 - шакл.

Колонналар экватордан бошлаб, шимолӣй ва жанубий қутбларга томон ҳар 4° дан ўтказилган параллеллар воситасида қаторларга бўлинади. Қаторлар ўрни латин алфавитининг бош ҳарфлари билан белгиланади. Юқоридагидек ўтказилган меридиан ва параллеллар билан ер юзасида 1:1 000 000 масштабдаги карталарнинг бир қанча трапецияси ҳосил бўлади. Ҳар қайси трапеция битта алоҳида варақда тасвирланади; меридиан ва параллел чизиқлар эса шу варақ рамкаси бўлади, 1:1 000 000 масштабдаги карта бир варақнинг номенклатураси шу карта трапецияси жойлашган қатор ўрнини кўрсатувчи ҳарф ва колонна номеридан иборат бўлади (масалан, К-42 ва М-53).

38-жадвалда колонналар номери ҳамда уларнинг ғарбий ва шарқий (четки) меридианларининг узоқлиги берилган.

38 - ж а д в а л.

Колонналар номери	Ер рамка чизиқларининг узоқлиги		Колонналар номери	Ер рамка чизиқларининг узоқлиги	
	ғарбий, °	шарқий, °		ғарбий, °	шарқий, °
1	180	186	44	78	84
2	186	192	45	84	90
•	•	•	46	90	96
•	•	•	47	96	102
•	•	•	48	102	108
29	348	354	49	108	114
30	354	360	50	114	120
31	0	6	51	120	126
32	6	12	52	126	132
33	12	18	53	132	138
34	18	24	54	138	144
35	24	30	55	144	150
36	30	36	56	150	156
37	36	42	57	156	162
38	42	48	58	162	168
39	48	54	59	168	174
40	54	60	60	174	180
41	60	66			
42	66	72			
43	72	78			

39-жадвалда эса қаторлар номери, белгиланиши ва шимолӣй жанубий рамкаларининг кенглиги берилган. Қатор ва колонналарга бўлиш, номерлаш, белгилаш 100-шаклда тўла кўрсатилган.

Қаторнинг қайси ярим шарда эканлигини билиш учун уни белгилувчи ҳарф олдига шимолӣй ярим шарда N, жанубий ярим шарда S ҳарфи ёзилади.

Нуқтанинг географик координаталари φ (кенглик) ва λ (узоқлик) маълум бўлса, 1:1 000 000 масштабдаги картанинг шу нуқта жойлашган варақининг номенклатурасини аниқлаш учун қуйидаги формуладан фойдаланиш мумкин (колонна номери m ва қатор номери n деб олинган):

Қаторлар			Қаторлар			Қаторлар		
Номери n	кеңлиги ϕ	белги- лани- ши	номери n	кеңлиги ϕ	белги- лани- ши	номери n	кеңлиги ϕ	белги- лани- ши
1	0	A	9	23	I	17	64	Q
2	4	B	10	36	J	18	68	R
3	8	C	11	40	K	19	72	S
4	12	D	12	44	M	20	76	T
5	16	E	13	48	N	21	80	U
6	20	F	14	52		22	84	V
7	24	G	15	56	O		88	
8	28	H	16	60	P			
	32			64				

$$m = \frac{\lambda^0}{6} + 31$$

$$n = \frac{\varphi^0}{4} + 1$$
(XI.1)

бўлади. Агар $\lambda > 180^\circ$ бўлса,

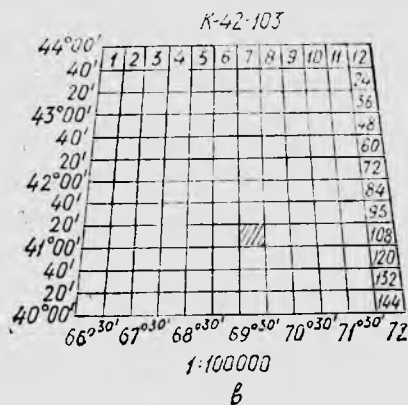
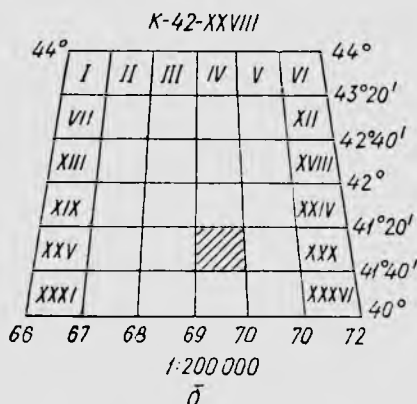
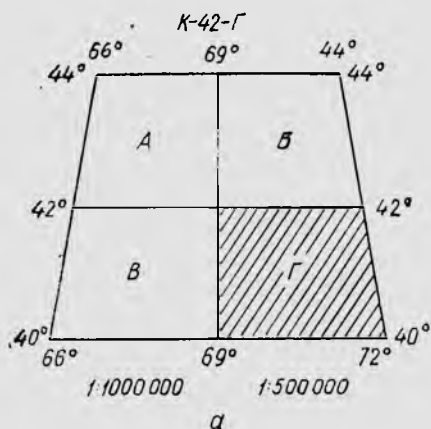
$$m = \frac{\lambda^0 - 180^\circ}{6} + 1$$
(XI.1a)

бўлади. Бу формуладан фойдаланиб, m , n қийматларини ҳисоблашда λ ва φ ларнинг фақат градус қийматлари тегишлича 6 ва 4 га бўлиниб, бутун бўлинмалар олинади ва улар қийматига тегишлича 31 ва 1 қўшилади. Масалан, шимолий ярим шарда бирор нуқтанинг географик координатлари $\varphi = 41^\circ 18'$, $\lambda = 69^\circ 17'$ дейлик, шунда колонна номери $m = \frac{69^\circ}{6} + 31 = 11 + 31 = 42$, қатор номе-

ри эса $n = \frac{41^\circ}{4} + 1 = 10 + 1 = 11$ бўлади. 39-жадвалга биноан, 11-ҳарф K, шунга кўра, 1:1 000 000 масштабдаги карта варагининг номенклатураси N, K-42 кўрinishда ёзилади. Лекин Совет Иттифоқи фақат шимолий ярим шарда жойлангани учун карта варагининг номенклатурасини N ҳарфини ташлаб, K-42 кўрinishидагина ёзини қабул қилинган.

1:500 000, 1:100 000 масштаблардаги карталар варақларининг номенклатурасини белгилаш учун 1:1 000 000 масштабдаги карта вараги асос қилиб олинади.

1:1 000 000 масштабдаги картанинг бир варагини 4 та тенг бўлакка бўлиб, 1:500 000 масштабдаги картанинг 4 вараги ҳосил қи-



101 - шакл.

линади; уларнинг номлари рус алфавитининг бош ҳарфлари А, Б, В, Г билан белгиланади ва бу миллионли варақ номенклатураси давомига К-42-Г тарзида ёзилади (101-шакл, а).

1:1 000 000 масштабдаги картанинг бир варагини 36 (6 × 6) га бўлиб, 1:200 000 масштабдаги карта варақлари ҳосил қилинади; булар 1 дан XXXVI гача рим рақами билан белгиланади ва миллионли варақ номенклатураси давомига К-42-XXVIII тарзида ёзилади (101-шакл, б).

1:1 000 000 масштабдаги картанинг бир варагини 144 (12 × 12) бўлакка бўлиб, 1:100 000 масштабдаги карта варақлари ҳосил қилинади; булар 1 дан 144 гача араб рақами билан белгиланади ҳамда варақ номери миллионли варақ номенклатураси давомига К-42-103 тарзида ёзилади (101-шакл, в).

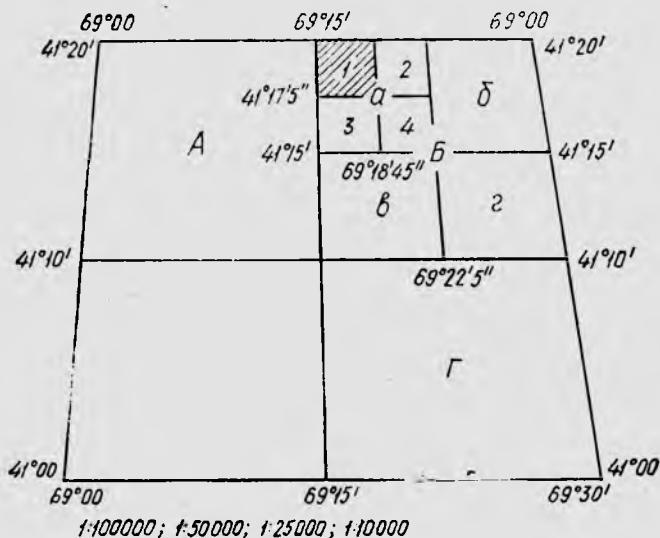
1:50 000 ва ундан йирик масштабдаги карталар учун 1:100 000 масштабдаги карта варағи асос бўлади. Номенклатураларини белгилашда 1:1 000 000 масштабли карта номенклатураси кетидан 1:100 000 ли карта варағининг номери, сўнгра эса йирик масштаб варағини белгилловчи ҳарф ёки номер ёзилади.

1:100 000 масштабдаги картанинг бир варағида 4 та 1:50 000 масштабдаги карта варағи жойлашади, булар рус алфавитининг бош ҳарфлари А, Б, В, Г билан белгиланади. Мисолимизга тегишли 1:50 000 масштабдаги карта варағининг номенклатураси К-42-103-Б деб ёзилади (102-шакл).

1:50 000 масштабдаги картанинг бир варағига 4 та 1:25 000 масштабли карта варағи жойла-

К-42-103; К-42-103-Б; К-42-103-Б-а

К-42-103-Б-а-1



102 - шакл.

шакли булар рус алфавитининг кичик ҳарфлари *а, б, в, г* билан белгиланади ва керакли варақ ҳарфи 1:50 000 масштабни карта варағи номенклатураси давомига ёзилади; бунда 1:25 000 масштабни карта номенклатураси ҳосил бўлади. Мисолимизда *К-42-103-Б-а* бўлади (102-шакл).

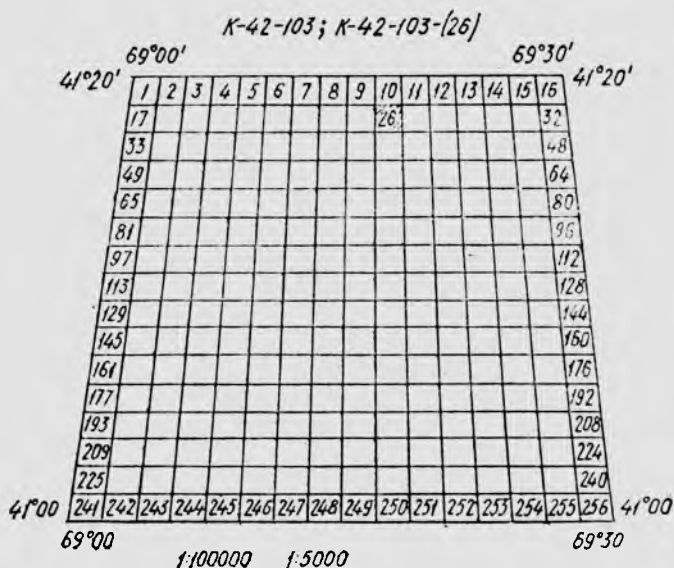
1:25 000 масштабдаги картанинг бир варағида 4 та 1:10 000 масштабни карта варағи жойлашади, булар 1—4 гача араб рақамлари билан номерланади ва карта номенклатурасини белгилашда варақ номери йигирма беш мингли карта варағининг номенклатураси охирига ёзилади. Мисолда *К-42-103-Б-а-1* бўлади. Бу варақларнинг жойланиши ва номенклатураси 102-шаклда кўрсатилган.

1:5 000 ва ундан йирик масштабдаги планни варақларга бўлиш ва номенклатурасини белгилаш учун 1:100 000 масштабни карта варағи асос қилиб олинган.

1:100 000 масштабни карта варағида 256 (16×16) та 1:5000 масштабни план варағи жойлашади ва 1 дан 256 гача араб рақамлари билан номерланади.

1:5 000 масштабни карта варағининг номенклатурасини белгилаш учун керакли варақ номери юз мингли карта варағи номенклатураси давомига (қавс ичида) *К-42-10-(26)* тарзида ёзилади. (103-шакл).

1:5 000 масштабдаги план бир варағида 9 та (3×3) 1:2000 масштабни план варағи жойлашади булар рус алфавитининг кичик ҳарф-



103 - шакл.

лари *а, б, в, г, д, е, з, и* билан белгиланади ва уларнинг ҳар бири беш мингли план варагининг номенклатураси давомига (қавс ичида) ёзилади. Шунда 1:2000 масштабни план номенклатураси ҳосил бўлади Масалан, *K-42-103-(26-г)* (104-шакл).

1: 2 000 масштабдаги планнынг бир варагига 4 та 1:1 000 масштабни план варагини жойлаштириш мумкин; булар 1, 2, 3, 4 рақамлари билан белгиланиб, икки мингли план вараги номенклатураси

Тартиб номери	Карта масштаби	Олдинги (асосий) масштабдаги картанинг бир варагидаги варақлар сони <i>а</i>	1:1000000 масштабдаги картанинг бир варагидаги варақлар сони	Асосга олинган карта масштаби	Варақларнинг белгиланиши	Белрилган нукта жойлашган варақ номенклатураси
1	1:1000000	1	1			<i>K-42</i>
2	1:500000	4	4	1:1000000	<i>А, В, В, Г</i>	<i>K-42-Г</i>
3	1:200000	36	36	»	<i>1, 11, . . . , XX XVI</i>	<i>K-42-XXVIII</i>
4	1:100000	144	144	»	<i>1, 2, . . . , 144</i>	<i>K-42-103</i>
5	1:50000	4	576	1:100000	<i>А, В, В, Г</i>	<i>K-42-103-Б</i>
6	1:25000	4	2304	1:50000	<i>а, б, в, г</i>	<i>K-42-103-Б-а</i>
7	1:10000	4	9216	1:25000	<i>1, 2, 3, 4</i>	<i>K-42-103-Б-а-1</i>
8	1:5000	256	36862	1:10000	<i>1, 2, . . . , 256</i>	<i>K-42-103-(26)</i>
9	1:2000	9	331776	1:5000	<i>а, б, в, г, д, е, ж, и</i>	<i>K-42-103-(26-г)</i>
10	1:1000	4	1327104	1:2000	<i>1, 3, 3, 4,</i>	<i>K-42-103-(26-г-3)</i>

давомига (қавс ичида) ёзилса, 1:1000 масштабни план номенклатураси ҳосил бўлади: К-42-103-(26-2-3).

Тушунтирилган қонда бўйича турли масштабдаги карта ва план варақларини белгилаш, асос қилиб олинган варақда жойланган йирик масштабдаги варақлар сони, рамка чизикларининг узунлиги, бурчак қийматлари юқоридagi мисолимизда географик координаталари $\varphi = 41^{\circ} 18'$ $\lambda = 69^{\circ} 17'$ бўлган нуқта учун ҳисобланган ва 40-жадвалда берилган (варақдаги ўрта параллел чизик узунлиги ҳам берилган).

40-жадвалда келтирилган 1:100000 масштабни карта варағида 1:5000 ва ундан йирик масштабдаги карта варақларининг жойланиши схематик равишда 104-шаклда кўрсатилган.

75-§. Нуқтанинг географик координаталарига кўра карта ва план варақларининг номенклатурасини аналитикавий усул билан аниқлаш

Ер юзидаги нуқталар ўрни уларнинг географик координаталари (географик кенглик φ) ва (географик узоқлик λ) билан белгиланади. Юқорида шу координаталар асосида берилган нуқта жойлашган

40-жадвал

К-42-103-(26); К-42-103-(26-2)

К-42-103-(26-2-3)

41°18'45"

41°18'45"

18°20"

18°20"

18°07'5"

17°55"

41°17'30"

41°17'30"

69°16'52.5"

17°30"

18°07.5"

69°18'45"

1:5000; 1:2000; 1:1000

104 - шакл.

а		б	в
1	2	д	е
3	4		
ж		з	и

Варақлар ўлчами

меридиан бўйича

параллел бўйича

Трапеция учларининг географик координатлари

кенглик бўйича

узоқлик бўйича

бурчак ўлчо- вида Δφ	узунлик ўл- човида, км	бурчак ўлчо- вида, Δφ	узунлик ўл- човида, км	кенглик бўйича		узоқлик бўйича	
				φ _ж	φ _ш	λ _р	λ _{шк}
4°	444	6°	196	40° 00'	44° 00'	66° 00'	72° 00'
2°	222	3°	252	40° 00'	42° 00'	69° 00'	72° 00'
40'	74	1°	83	40° 40'	41° 20'	69° 00'	70° 00'
20'	37	30'	42	41° 00'	41° 20'	69° 00'	69° 30'
10'	18,51	15'	20,96	41° 10'	41° 22'	69° 15'	69° 30'
5'	9,25	7',5	10,47	41° 15'	41° 20'	69° 15'	69° 22' 5
2',5	4,62	3',75	5,23	41°17'30"	41° 20'	69° 15'	69° 18' 45"
1'15"	2,31	1'52",5	2,62	41°17'30"	41°18'45"	69° 16' 52",5	69° 18' 45"
25"	0,77	37",5	0,87	41°17'55"	41°18'20"	69° 16' 52",5	69° 17' 30"
12",5	0,38	18",75	0,44	41°17'55"	41°18'07",5	69° 16' 52",5	69° 17' 11",25

1:1 000 000 масштабдаги карта варағининг номенклатурасининг (XI. 1) формула ёрдамида ҳисобланиши кўриб чиқилди.

Йирик масштабдаги карта варақларининг номенклатураси турли жадвал ва схемалар ёрдамида аниқланади. Масалан, проф. М. И. Масловнинг жадвали¹ ёки доц. В. И. Подольскийнинг схемаси² шулар жумласига кириди. Лекин бу жадвал ва схемалар етарли тарқалмаган. Шу сабабли йирик масштабдаги карта варақларининг номенклатурасини аниқлашда формулалардан фойдаланилади. Бунинг учун варақ номери топилиши керак. Нуқтанинг берилган географик координаталарига кўра шу нуқта жойлашган ихтиёрий масштабдаги карта варағининг номери қуйидаги формуладан топилади:

$$N_M = \frac{\varphi_M - \varphi}{\Delta\varphi} \cdot \sqrt{a} + \frac{\lambda - \lambda_r}{\Delta\lambda} + 1, \quad (\text{XI. 2})$$

бунда N_M — ихтиёрий масштабдаги карта варағининг номери; M — карта масштабининг минг ҳисобидаги маҳражи; φ, λ — берилган нуқтанинг географик координаталари; φ_M — асос қилиб олинган майда масштабдаги карта варағи шимолӣ рамкасининг кенглиги; λ_r — асос қилиб олинган майда масштабдаги карта варағи ғарбӣ рамкасининг узоклиги; a — асос қилиб олинган олдинги масштабдаги картанинг бир варағида жойлашган йирик масштабдаги карта варақларининг сони (40-жадвалдан олинади); $\Delta\varphi, \Delta\lambda$ — изланган масштабдаги карта варағи рамкасининг кенглик ва узоклик бўйича градус ўлчами (40-жадвалдан олинади).

Масалан, карта масштаби 1:200000 бўлганида трапеция рамкасининг ўлчами $\Delta\varphi = 40'$, $\Delta\lambda = 1'$ ва $a = 36$ бўлади. Бу масштабдаги карталарга 1:1000000 масштабдаги карта асос бўлади. Шунга кўра, 1:1 000 000 масштабдаги карта варағининг шимолӣ кенглиги ва ғарбӣ узоклиги φ_M ва λ_r қийматлари қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned} \varphi_M &= n \cdot 4^\circ \\ \lambda_r &= (m - 31) \cdot 6^\circ \end{aligned} \quad (\text{XI. 3})$$

мисолимизда $n = 11$, $m = 42$; шунга кўра, $\varphi_M = n \cdot 4 = 11 \cdot 4 = 44 \cdot 00'$, $\lambda_r = (m - 31) \cdot 6 = (42 - 31) \cdot 6 = 66 \cdot 00'$ бўлади.

Энди (XI. 2) формуладан фойдаланилганда 1:200 000 масштабдаги карта варағининг номери:

$$N_{200} = \frac{44 \cdot 00' - 41^\circ 18'}{40'} \cdot \sqrt{36} + \frac{69^\circ 17' - 66^\circ 00'}{1'} + 1 = 4 \cdot 6 + 3 + 1 = 28$$

бўлади.

Шунга кўра, берилган нуқта жойлашган 1:200 000 масштабдаги карта варағининг номенклатураси қуйидагича ёзилади:

K - 42 - XXVIII.

¹ Маслов М. И. Руководство и таблиц по номенклатуре топографических карт и планшетов. Стеклографическое издание. Ташкент, 1941.

² Подольский В. И. Схемы для определения номенклатуры топографических карт и планшетов (фотографический ряд схем).

Берилган нуқта жойлашган 1:100 000 масштабли карта варагининг номенклатурасини аниқлашда $\Delta\varphi = 20'$, $\Delta\lambda = 30'$, $a = 144$; (XI.3) формулага биноан $\varphi_m = 44^\circ 00'$ ва $\lambda_r = 66^\circ 00'$ бўлади. Шунда (XI. 2) формулага биноан варақ номери:

$$N_{100} = \frac{44^\circ 00' - 41^\circ 18'}{20'} \cdot \sqrt{144} + \frac{69^\circ 17' - 66^\circ 00'}{30'} + 1 = \frac{162'}{20'} \cdot 12 + \frac{197'}{30'} + 1 = 103$$

бўлади.

Шунга кўра, 1:100000 масштабли карта варагининг номенклатураси *K-42-103* бўлади.

(XI. 2) формула ёрдамида топилган соннинг бутуни олинади.

Худди шу тартибда (XI. 2) формула ёрдамида 1:50 000 ва бошқа йирик масштабдаги карта ва планлар варагининг номенклатураларини ҳам аниқланади. $\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$ ва a лар қиймати масштабга қараб 41-жадвалдан олинади, лекин йирик масштабли картаalarda φ_m ва λ_r қийматлари қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$\varphi_{m_p} = \varphi_{m_q} - p \Delta\varphi;$$

$$\lambda_{r_p} = \lambda_{r_m} + (q - 1) \Delta\lambda, \quad (\text{XI. 4})$$

бунда φ_{m_p} , λ_{r_p} номенклатураси аниқланадиган карта вараги жойлашган йирик масштабли карта вараги рамкаларининг шимолӣй кенглиги ва гарбий узоқлиги; φ_{m_q} , λ_{r_m} йирик масштабли картага асос бўлган майда масштабли карта вараги рамкаларининг шимолӣй кенглиги ва гарбий узоқлиги; p ва q — олдинги масштабдаги варақ номери N_p нинг $\sqrt{a}$ га бўлингандаги бўлинма ва қолдиқ қийматлари, яъни $p + q = \frac{N_p}{\sqrt{a}}$.

Масалан, 1:5000 масштабдаги карта варагининг номери 1:1 00 000 масштабдаги карта вараги асосида аниқланганидан $\varphi_{m_p} = \varphi_{m_{100}}$, $\lambda_{r_p} = \lambda_{r_{100}}$ бўлиб, шулар топилиши керак. 1:100 000 масштабли карта 1:1 000 000 ли майда масштабдаги карта варагига асосланади, шунинг учун $\varphi_{m_q} = \varphi_{m_{1000}} = 44^\circ 00'$; $\lambda_{r_m} = \lambda_{r_{1000}} = 66^\circ 00'$ бўлади.

Мисолимиздаги нуқта жойлашган 1:100 000 масштабли карта варагининг номери $N_p = 103$, $a = 144$, шунга кўра: $\frac{N_p}{\sqrt{a}} = \frac{103}{12} = 8\frac{7}{12}$ яъни $p = 8$, $q = 7$. Энди $\Delta\varphi = 20''$ ва $\Delta\lambda = 30'$ эканлигини эслаб, (XI. 4) формула ёрдамида қуйидагиларни аниқлаймиз:

$$\varphi_{m_{100}} = 44^\circ 00' - 8 \cdot 20' = 41^\circ 20';$$

$$\lambda_{r_{100}} = 66^\circ 00' + (7 - 1) \cdot 30' = 69^\circ 00'.$$

Аниқланган қийматларни (XI. 2) формулага қўйиб, берилган нуқта жойлашган 1:50 000 масштабли карта варагининг номери топилади:

$$N_{50} = \frac{41^\circ 20' - 41^\circ 18'}{10'} \cdot \sqrt{4} + \frac{69^\circ 17' - 69^\circ 00'}{15'} + 1 = \frac{2'}{10'} \cdot 2 + \frac{17'}{15'} + 1 = 0.2 + 1 + 1 = 2.$$

Рус алфавитининг иккинчи бош ҳарфи Б бўлганидан 40-жадвалга кўра, 1:50 000 масштабли карта варагининг номенклатураси қуйидагича ёзилади:

K-42-103-B.

1:25000 масштабли карта варагининг ўлчами $\Delta\varphi = 5'$, $\Delta\lambda = 7,5'$ ва $a = 4$. Бу ерда ҳам $\varphi_{ш}$, λ_1 қийматларининг (XI. 4) формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин.

Майда масштабли карта вараги 4 бўлакка бўлинганда, $\varphi_{ш}$ ва λ_1 лар қийматининг (XI. 4) формула ёрдамида эмас, балки қуйидаги мулоҳазалар асосида аниқлаш мумкин. Масалан, 1:25000 масштабли карта варақлари учун 1:50 000 масштабли карта вараги асос бўлади ва бу вара 1 га бўлинади. Мисолимиздаги 2 номерли варақ биринчи қатор иккинчи колоннада жойлашганидан $\varphi_{ш50} = \varphi_{ш100} = 41^\circ 20'$;

$\lambda_{r50} = \lambda_{r100} + \frac{\Delta\lambda_{100}}{2} = 69^\circ 00' + \frac{30'}{2} = 69^\circ 15'$ бўлади. Топилган қийматлар (XI. 2) формулага қўйилиб, 1:25000 масштабдаги карта варагининг номери аниқланади:

$$N_{25} = \frac{41^\circ 20' - 41^\circ 18'}{5'} \cdot 4 + \frac{69^\circ 17' - 69^\circ 15'}{7,5'} + 1 \frac{2'}{5'} \cdot 2 + \frac{2'}{7,5'} + 1 = 0 + 0 + 1 = 1.$$

Рус алфавитининг биринчи ҳарфи а бўлганидан, бу варақ номенклатураси *K-42-103-B-a* бўлади.

Карта масштаби 1:10 000 бўлганда $\Delta\varphi = 2,5'$, $\Delta\lambda = 3,75'$ ва $a = 4$; 1:25 000 масштабли карта варагининг номери 1 бўлгандан $\varphi_{ш25} = \varphi_{ш50} = 41^\circ 20'$, $\lambda_{r25} = \lambda_{r50} = 69^\circ 15'$ бўлади. Шунда 1:10 000 масштабдаги карта варагининг номери:

$$N_{10} = \frac{41^\circ 20' - 41^\circ 18'}{2,5'} \cdot 4 + \frac{69^\circ 17' - 69^\circ 15'}{3,75'} + 1 = \frac{2}{2,5'} \cdot 2 + \frac{2'}{3,75'} + 1 = 0 \cdot 2 + 0 + 1 = 1$$

бўлади. Шунинг учун 1:10 000 масштабли карта варагининг номенклатураси *K-42-103-B-a-1* бўлади.

1:5 000 масштабли план варақлари 1:100 000 масштабли карта варагига асосланади ва варақ ўлчамлари $\Delta\varphi = 1' 15''$, $\Delta\lambda = 1' 52,5''$ ва $a = 256$ бўлади. Мисолимизда $\varphi_{ш100} = 41^\circ 20'$; $\lambda_{r100} = 69^\circ 00'$ бўлганидан, берилган нуқта жойлашган 1:5 000 масштабли план варагининг номери:

$$N_5 = \frac{41^\circ 20' - 41^\circ 18'}{1' 15''} \sqrt{256} + \frac{69^\circ 17' - 69^\circ 00'}{1' 52,5''} + 1 = 16 + 9 + 1 = 26.$$

бўлади, шунда 1:5 000 масштабли план варагининг номенклатураси қуйидагича ёзилади:

K-42-103-(26).

1:2 000 масштабни план варагининг номерини аниқлаш учун аввало 1:5 000 масштабни план вараги рамкасининг шимолий кенглиги φ_{m_5} ва гарбий узоклиги λ_{r5} (XI. 4) формуладан топилади. Бунинг учун аввало p ва q аниқланади:

$$p_{+q} = \frac{N_3}{1/a} = \frac{26}{1/256} = 1_{+10}, \text{ яъни } p=1, q=10.$$

топилган қийматлар (XI. 4) га қўйилса:

$$\begin{aligned} \varphi_{w5} &= \varphi_{w100} - p \Delta \varphi_5 = 41^\circ 20' - 1 \cdot 1' 15'' = 41^\circ 18' 45''; \\ \lambda_{r5} &= \lambda_{r100} + (q-1) \Delta \lambda_5 = 69^\circ 00' + 9 \cdot 1' 52,5'' = 69^\circ 16' 52,5'' \end{aligned}$$

бўлади. Кейин 1:2 000 масштабни план варагининг ўлчамлари $\Delta \varphi = 25''$, $\Delta \lambda = 37,5''$ ва $a=9$ эканлиги эътиборга олиниб. (XI. 2) формула ёрдамида план варагининг номери аниқланади:

$$\begin{aligned} N_3 &= \frac{41^\circ 18' 45'' - 41^\circ 18' 00''}{25''} \cdot \sqrt{9} + \frac{69^\circ 17' 00'' - 69^\circ 16' 52,5''}{37,5''} + 1 = \\ &= 1.3 + 0 + 1 = 4. \end{aligned}$$

Рус алфавитининг тўртинчи кичик ҳарфи *г* бўлганидан, 1:2000 масштабни план варагининг номенклатураси *К-42-103-(26-г)* бўлади. 1:1 000 масштабни план варагининг номенклатурасини ҳам шу тартибда ҳисоблаб топиш мумкин. Масштаб 1:1 000 бўлганидан, варақ ўлчами $\Delta \varphi = 12,5''$, $\Delta \lambda = 18,75''$ ва $a=4$ бўлади. Мисол қилиб олинган нуқта 1:2 000 масштабни 9-варақнинг биринчи колоннасида (иккинчи қаторда) жойлашган, варақ ўлчами $\Delta \varphi = 25''$, шунга кўра, $\varphi_{m_2} = \varphi_{m_5} = 41^\circ 18' 45'' - 25'' = 41^\circ 18' 20''$ бўлади. $\lambda_{r2} = \lambda_{r5} = 68^\circ 17' 00''$, шунда варақ номери:

$$N_1 = \frac{41^\circ 18' 20'' - 41^\circ 18' 00''}{12,5''} \cdot \sqrt{4} + \frac{69^\circ 17' 00'' - 69^\circ 16' 52,5''}{18,75''} + 1 = 3$$

бўлади. Шунга кўра: 1:1 000 масштабни план номенклатураси *К-42-103-(26-г-3)* тарзида ёзилади.

Шундай қилиб, берилган ихтиёрий нуқтанинг географик координаталарига кўра, турли масштабдаги карта ёки план номенклатурасининг (XI. 2) формула ёрдамида аниқланиш йўллари кўриб чиқилди.

Ихтиёрий масштабдаги план ва карта номенклатураси бошқа формулалар билан ҳам аниқланиши мумкин.

Берилган масштабдаги карта ёки планга тегишли қатор ва колонна номерлари n_m ва m_m билан белгиланса, уларнинг қиймати қуйидаги формулалардан аниқланади:

$$n_m = \frac{\varphi_m - \varphi}{\Delta \varphi} + 1; \quad (\text{XI. 5})$$

$$m_m = \frac{\lambda - \lambda_r}{\Delta \lambda} + 1.$$

Бу ерда φ_m ва λ_r лар учун асос қилиб олинган олдинги майда масштабни карта ёки планга тегишли қийматлар олинади. Аниқлан-

ган n_m ва m_m лар орқали тегишли масштабдаги карта варагининг номерини қуйидаги формуладан топиш мумкин:

$$N_m = (n_m - 1) \cdot \sqrt{a} + m_m. \quad (\text{XI. 6})$$

Масалан, 1:50 000 масштабли карта берилган бўлсин. Шунда (XI. 5) формулага кўра, қатор ва колонна номерларини:

$$n_{50} = \frac{41^\circ 20' - 41^\circ 18'}{10'} + 1 = 1;$$

$$m_{50} = \frac{69^\circ 17' - 69^\circ 00'}{15'} + 1 = 2$$

бўлади. Бу сонлар берилган нуқта жойлашган 1:50 000 масштабли карта варағи 1:100 000 масштабли карта варағини 4 га бўлганда ҳосил бўлган биринчи қатор иккинчи колоннадаги варақда ётишини кўрсатади, яъни варақ номери $N_{50} = \sqrt{4} (1 - 1) + 2 = 2$ бўлади. Худди шунга ўхшаш, 1:5 000 масштабли план варағига тегишли сонлар қуйидагича топилади:

$$n_5 = \frac{41^\circ 20' - 41^\circ 18'}{1' 15''} + 1 = \frac{2}{1' 15''} + 1 = 2;$$

$$m_5 = \frac{69^\circ 17' - 69^\circ 00'}{1' 52,5''} + 1 = 9 + 1 = 10.$$

Варақ номери (XI. 6) формулага кўра $N_5 = \sqrt{256} (2 - 1) + 10 = 16 + 10 = 26$ бўлади.

1:2 000 масштабли план варагининг номери ҳам шу тартибда аниқланади. Бунинг учун аввало $\varphi_{ш_5}$ ва $\lambda_{т_5}$ лар топилади:

$$\varphi_{ш_5} = \varphi_{ш_{100}} - (n_5 - 1) \Delta \varphi_5 = 41^\circ 20' - (2 - 1) \cdot 1' 15'' = 41^\circ 18' 45'';$$

$$\lambda_{т_5} = \lambda_{т_{100}} + (m_5 - 1) \Delta \lambda_5 = 69^\circ 00' + (10 - 0) \cdot 1' 52,5'' = 69^\circ 16' 52,5''.$$

Кейин (XI. 5) га кўра, n_2 ва m_2 аниқлаб олинади:

$$n_2 = \frac{41^\circ 18' 45'' - 41^\circ 18' 00''}{25''} + 1 = 2;$$

$$m_2 = \frac{69^\circ 17' 00'' - 69^\circ 16' 52,5''}{37,5''} + 1 = 1.$$

Нуқта иккинчи қатор биринчи колоннада жойлашган варақда ётади, бу варақнинг номери $N_2 = \sqrt{9} (2 - 1) + 1 = 3 + 1 = 4$ бўлади.

Шу тартибда, исталган масштабдаги карта ёки план варагининг номерини сўнгра номенклатурасини аниқлаш мумкин.

Кейинги инструкцияга кўра шаҳар ва аҳоли яшайдиган жойларни йirik масштабда сёлмка қилиш ва уларнинг планини тузишда тўғри тўртбурчаклик ёки квадрат планшетлардан фойдаланила бошланди.

Бунда 1:5 000 масштабли планшет асос қилиб олинади. Бу масштабдаги бир планшет рамкасининг ўлчами 40×40 см план юзи 2×2 км = 4 км² = 400 га бўлади.

Таблиц номери	Масштаб лар	Бўлиниш	Асос қи- либ олин- ган плён масштаби	Белгила- ниши	Номенкла- тураси	Планшетлар ўлчами				Планшет учларининг географик координаталари			
						Δφ	Δλ	φ ж	ψ ш	λ ф	узоқлик	бўйича	λ ш қ
1	1:5000	1	1:100000	1...256	26	1' 15"	1' 52", 5	41° 17' 30"	41° 18' 45"	69° 16' 52", 5	69° 18' 45"		
2	1:2000	4	1:5000	A, B, Γ	26-B	37", 5	56", 25	41° 17' 30"	41° 18' 07", 5	69° 16' 52", 5	69° 17' 48", 75		
3	1:1000	4	1:2000	I, II, III, IV	26-B-1	18", 75	28", 125	41° 17' 48", 75	41° 18' 07", 5	69° 16' 52", 5	69° 17' 20", 625		
4	1:500	16	1:2000	1, 2, ..., 16	26-B-1	9", 375	14", 0625	41° 17' 58", 125	41° 18' 07", 5	69° 16' 52", 5	69° 17' 06", 5625		

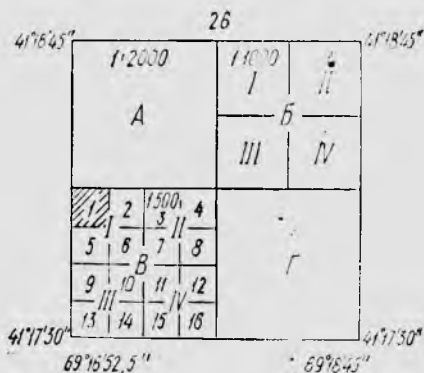
1:5 000 масштабни бир планшетни 4 га бўлиб, 1:2 000 масштабни 4 та планшет ясалади, булар рус алфавитининг бош ҳарф-лари *A, Б, В, Г* билан белгиланади. Бун-да бир планшет рамкасининг ўлчами 50×50 см, юзи $1 \times 1 \text{ км} = 1 \text{ км}^2 = 100 \text{ га}$ бўла-ди. Планшет белгиси 1:5 000 масштаб но-менклатураси давомига ёзилади, мисолда 26 - *B* бўлади.

1:2 000 масштабни бир планшетни 4 га бўлиб, 1:1 000 масштабни 4 та планшет ясалади ва булар рим рақамлари *I, II, III, IV* билан белгиланади. Бундай планшет рам-касининг ўлчами 50×50 см ($0,5 \times 0,5 \text{ км}$) юзи 25 га бўлади. Белгиси 1:5 000 ва 1:2 000 масштабни планшетлар номенклатура-ларининг давомига ёзилади; мисолда 26 - *B-1* бўлади.

1:2 000 масштабни бир планшетни 16 (4×4) бўлакка бўлиб, 1:500 масштабни 16 та планшет ясалади. Бундай планшет рам-касининг ўлчами 50×50 см ($0,25 \times 0,25 \text{ км}$), юзи 6,25 га бўлади. Планшетлар 1, 2, 3... 16 гача араб рақами билан белгила-нади ва 1:2 000 масштабни планшет номен-клатураси давомига ёзилади, мисолда 26 - *B-1* бўлади.

Бу бўлининг 41-жадвалда ва 105-шакл-да тўла кўрсатилган.

Шу усулда бўлиниш бўйича, мисолдаги нуқта жойлашган турли масштабдаги план-ларнинг, номенклатурасини трапеция план-



шетлардаги каби, (XI. 2) формулага кўра аниқлашни кўриб чиқайлик. Бунда нуқтанинг географик координаталари φ, λ берилган бўлиши керак. $\Delta\varphi$ ва $\Delta\lambda$ ларнинг қийматлари, масштабга қараб, 40 ва 41 - жадваллардан олинади.

φ_m ва λ_r ларнинг қийматлари қуйидагича аниқланади. Маълумки, φ_m ҳамма вақт φ дан катта бўлади. Йирик масштабдаги планшет рамкасининг шимолий кенглиги:

$$\varphi_{m_1} = \varphi_{m_0} - \Delta\varphi_1.$$

Агар чиққан сон φ дан кичик бўлса, майда масштабдаги φ_{m_0} йирик масштаб рамкаси учун ҳам унинг шимолий кенглиги бўлади, масалан, 41-жадвалга кўра 1:5 000 масштабда $\Delta\varphi = 1' 15''$, $\varphi_m = 41^\circ 18' 45''$, 1:2000 масштабдаги планшет рамкасининг шимолий кенглиги:

$$\varphi_{m_2} = \varphi_{m_1} - \Delta\varphi_2 = 41^\circ 18' 45'' - 37,5'' = 41^\circ 18' 07,5''$$

бўлади.

Кейинги йирик масштабдаги $\Delta\varphi$ лар қиймати $7,5''$ дан катта ва $\varphi = 41^\circ 18'$ бўлганидан, унинг (йирик масштаб рамкасининг) шимолий кенглиги $\varphi_m = 41^\circ 18' 07,5''$ бўлади.

λ_r нинг қийматини белгилашда ҳам шу қонда сақланади. Бунда $\lambda_r < \lambda^\circ$ бўлади. Шунинг учун йирик масштаб планшет рамкасининг гарбий узоқлиги

$$\lambda_{r1} = \lambda_{r0} + \Delta\lambda_1$$

бўлади. Масалан, 1:5 000 масштабда $\lambda_{r1} = 69^\circ 16' 52,5''$, $\Delta\lambda_2 = 56,25''$; $\lambda = 69^\circ 17''$.

Агар λ_{r1} га $\Delta\lambda_2$ қўшилса, λ қийматидан катта сон чиқади. Шунинг учун $69^\circ 16' 52,5''$ қиймат йирик масштабдаги қолган барча планшет рамкаларининг гарбий узоқлиги бўлади.

Энди, 1:2000, 1:1000 ва 1:500 масштабдаги планшетларнинг номенклатурасини топайлик.

1:2000 ма штабдаги планшет номери:

$$N_2 = \frac{\varphi_m - \varphi}{\Delta\varphi} \cdot \sqrt{a} + \frac{\lambda - \lambda_r}{\Delta\lambda} + 1 = \frac{41^\circ 18' 45'' - 41^\circ 18'}{37,5''} \cdot \sqrt{4} + \frac{69^\circ 17' - 69^\circ 16' 52,5''}{56,25''} + 1 = \frac{45''}{37,5''} \cdot 2 + \frac{7,5''}{56,25''} + 1 = 1 \cdot 2 + 0 + 1 = 3.$$

Унинг номенклатураси 26 - В бўлади.

1:1000 масштабдаги планшет номери:

$$N_1 = \frac{41^\circ 18' 7,5'' - 41^\circ 18'}{18,75''} \cdot \sqrt{4} + \frac{69^\circ 17' - 69^\circ 16' 52,5''}{28,125''} + 1 = 0,2 + 0 + 1 = 1$$

Унинг номенклатураси 26 - В - 1 бўлади. 1:500 масштабдаги планшет номери:

$$N_{0.5} = \frac{41^{\circ} 18' 7,5'' - 41^{\circ} 18'}{9,375''} \sqrt{16} + \frac{69^{\circ} 17' - 69^{\circ} 16' 52,5''}{14,0625''} + 1 = 0.4 + 0 + 1 = 1$$

поменклатураси эса 26 - В - 1 бўлади.

80-§. Ясси тўғри бурчакли координаталар

Ер юзидаги нуқталарнинг ўрни ясси тўғри бурчакли координаталар билан ҳам аниқланади. Бунда Гаусс-Крюгер проекцияси асос қилиб олинади, яъни ер шарни ҳар 6° дан ўтказилган меридианлар билан 60 та зонага бўлинади. Зоналар бош меридиандан бошлаб, шарққа томон 1 дан 60 гача номерланади. Ҳар қайси зонанинг ўрта меридиани *ўқий меридиан* дейилади ва абсциссалар ўқи сифатида қабул қилинади (106-шакл). Ўқий меридианнинг экватор билан кесишув нуқтаси тегишли зонанинг координаталар боши бўлади. Абсциссалар шимолний ярим шарда мусбат, жанубий ярим шарда эса манфий бўлади.

Экватор чизиги ординаталар ўқи сифатида қабул қилинади. Ординаталар ўқий меридиандан шарққа томон мусбат, ғарбга томон эса манфий бўлади. Кўпинча, ординаталарни бир хил ишорада ifодалаш учун координаталар боши ўқий меридиандан ғарбга томон 500 км сурилади ва у шартли координаталар боши дейилади. Нуқтанинг ординатаси шу шартли координаталар бошига нисбатан аниқланади.

Ординатани кўрсатувчи соннинг чап томонига шу нуқта ётган зонанинг номери ёзилади. Зона номери нуқтанинг географик узоқлиги бўйича қуйидаги формуладан аниқланади:

$$m' = \frac{\lambda^{\circ}}{6} + 1. \quad (XI. 7)$$

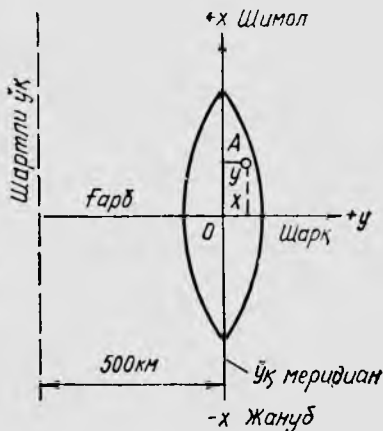
Узоқлиги 69° атрофида бўлган нуқталар зонасининг номери $m' = \frac{69^{\circ}}{6} + 1 = 11 + 1 = 12$ бўлади. Масалан, географик координатаси $\varphi = 41^{\circ} 35'$, $\lambda = 69^{\circ} 40'$ бўлган нуқтанинг тўғри тўртбурчакли Гаусс-Крюгер системасидаги координатаси қуйидагича ёзилади:

$$x = 4\,405\,653,80 \text{ м};$$

$$y = 12\,555\,558,95 \text{ м}.$$

Координаталар ёзилганда км лар м лардан ажратиб ёзилади.

Географик координаталардан тўғри бурчакли координаталарга ўтиш учун махсус формула ва жадваллардан фойдаланилади.



106 - шакл.

81- §. Километрлар тўри

Фойдаланиш қулай бўлиши учун топографик карталарда километрлар тўри, яъни томонлари 1 км дан бўлган квадрат катаклар ясалади. Бу тўр ёрдами билан исталган нуқтанинг тўғри бурчакли ва географик координаталарини аниқлаш мумкин.

Километрлар тўр берилган масштабдаги ҳар қайси трапеция учун ясалади. Бунинг учун нуқтанинг географик координатаси бўйича «Гаусс-Крюгер координаталари жадвали» дан¹ берилган нуқта жойлашган трапеция учларининг координаталари топилади. Агар карта масштаби 1:10 000 бўлса, трапеция учларининг координаталари 1:25 000 масштабли карта трапецияси учларининг координаталарининг интерполяция қилиш йўли билан топилади.

Географик координата бўйича нуқтанинг тўғри бурчакли координаталарини ҳисоблаш формулалари ҳам шу жадвалда келтирилган. Масалан, географик координаталари $\varphi = 41^{\circ} 18'$, $\lambda = 69^{\circ} 17'$ бўлган нуқта жойлашган 1:10 000 масштабли трапеция учларининг координаталари:

$$\begin{array}{ll} x_{1,1} = 4\,573\,075,85 \text{ м;} & y_{1,1} = 12\,520\,941,15 \text{ м;} \\ x_{1,2} = 4\,573\,092,77 \text{ м;} & y_{1,2} = 12\,526\,176,43 \text{ м;} \\ x_{2,1} = 4\,577\,703,40 \text{ м;} & y_{2,1} = 12\,520\,927,80 \text{ м;} \\ x_{2,2} = 4\,577\,720,35 \text{ м;} & y_{2,2} = 12\,526\,159,80 \text{ м.} \end{array}$$

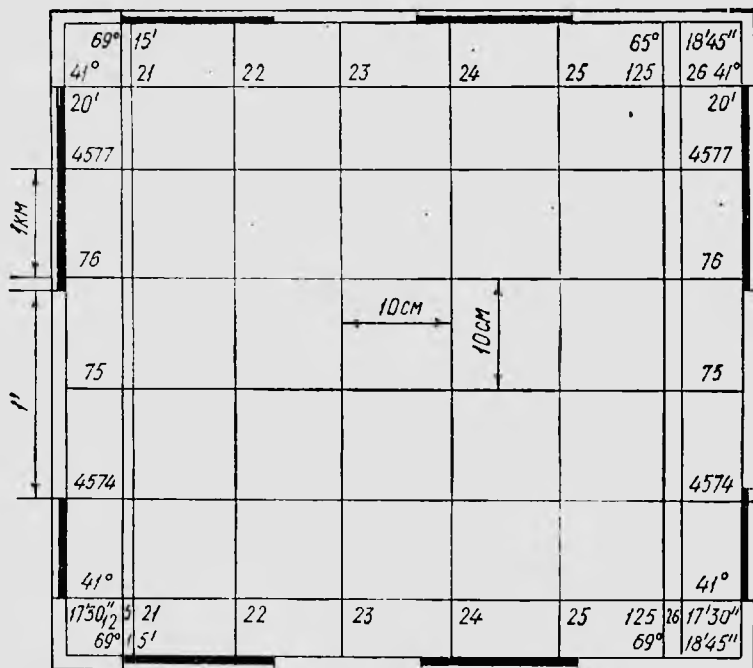
Юқоридаги жадвалдан трапеция элементлари ҳам топилади: $a_{ж} = 52,35 \text{ см}$; $a_{ш} = 52,32 \text{ см}$; $c = 46,28 \text{ см}$; $d = 69,86 \text{ см}$ ($a_{ж}$, $a_{ш}$ — трапециянинг жанубий ва шимолий асослари; c — ён томони; d — диагонали).

Юқорида учларининг координаталари берилган трапецияга километрлар тўри ясаш учун томонлари 10 см бўлган квадрат катаклар ясалади ҳамда абсцисса ва ординаталари белгиланиб, квадрат томонларига километрда фойдаланган қийматлари ёзилади (107- шакл). Сўнгра берилган координаталари бўйича трапеция учларининг ўрнлари топилади ва трапеция ясалади. Ясалган трапециянинг тўририлиги текшириш учун $a_{ж}$, $a_{ш}$, c ва d қийматларини чизма бўйича ўлчаб, жадвалда берилган қийматларига таққосланади.

Трапеция томонлари тўғри бурчакли координата тўрининг томонлари устида ётиши ёки унга параллел бўлиши шарт эмас.

Трапеция учлари аниқлангач, улар асосида рамка ясалади. Трапеция томонларидан 10—12 мм қолдирилиб, ўрта чизиқ, ундан 1,5 мм қолдирилиб, четки чизиқ чизилади. Трапеция томонлари ўрта чизиққача давом эттирилиб, рамка учларидаги бу чизиқлар ёнига трапеция учларининг географик координаталари ёзилади (107- шакл). Тўғри бурчакли координата тўрининг чизиқлари ҳар 1 км дан ўтганлиги учун, километр чизиқлар ҳам ўрта чизиққача давом эттирилади. Бу тўр чизиқлари фақат трапеция ичига чизилади. Тўрнинг

¹ Таблицы координат Гаусса-Крюгера, Геодезиздат, М., 1947.



107 - шакл.

пастки ва юқориги чизигининг икки учига шу чизиклар абсциссаси километр ҳисобида ёзилади. Масалан, бизнинг мисолимизда пастига 4 574, юқорисига 4 577 ёзилган, қолган оралиқ чизикларнинг юқорисига абсциссанинг фақат кейинги икки рақами (75 ва 76) ёзилган.

Ўқий меридианга параллел бўлган чизикларнинг икки четки чизиклари ёнига шу чизикларнинг шартли ординатаси 12 521, 12 526 ёзилади; сонлардаги биринчи икки рақами (12) зона номерини кўрсатади. Бунда ҳам оралиқ чизикларнинг ўнг томонига ординаталарнинг охириги икки рақами (22, 23, 24 ва 25) ёзилади.

Ўрта ва четки чизиклар орасидаги 1,5 мм ли оралиқда минут қийматлари кўрсатилади. Масалан, кенглик бўйича трапециядаги фарқ $41^{\circ} 20' - 41^{\circ} 17' 30'' = 2' 30''$. Трапециянинг ён томони юқоридан пастга қараб, 2,5 бўлакка бўлинади, биринчи бўлак ички томонининг ярми (бўйига) бир бўлак оралатиб қорага бўялади. Бу минутий рамка трапециянинг тўрт томонида ҳам ясалади. Булар географик координата бўйича масала ечишда ишлатилади.

АЭРОФОТОТОПОГРАФИЯ ҲАҚИДА ТУШУНЧА

82- §. Умумий маълумот

Техниканинг ривожланиши билан геодезик съёмка ишларида янги усуллар қўлланила бошлади. Катта жойларнинг план ва картасини тузишда мензулавий съёмка ўрнида аэрофотосъёмка қўлланила бошлади. Бу усулда жойнинг съёмкаси бир неча баробар тез битади, лекин топографик план, карта тузиш ишлари янги асбоблар билан жиҳозланган махсус лабораторияларда олиб борилади. Топографик карталар ва планларни жой суратларини олиш йўли билан тузиш процесси *фототопография* дейилади. Агар жой сурати ерда туриб олинса бу процесс *фототеодолитавий съёмка* деб, самолёт орқали ҳаводан олинганда эса *аэрофототопографик съёмка* дейи ади. Аэрофототопографик съёмканинг ўзи контур съёмкаси, комбинациялаштирилган (қўшма) аэросъёмка, стереофотограмметрик аэросъёмка, деган турларга бўлинади.

Контурий съёмкада жойдаги ситуация контурлари съёмка қилинади.

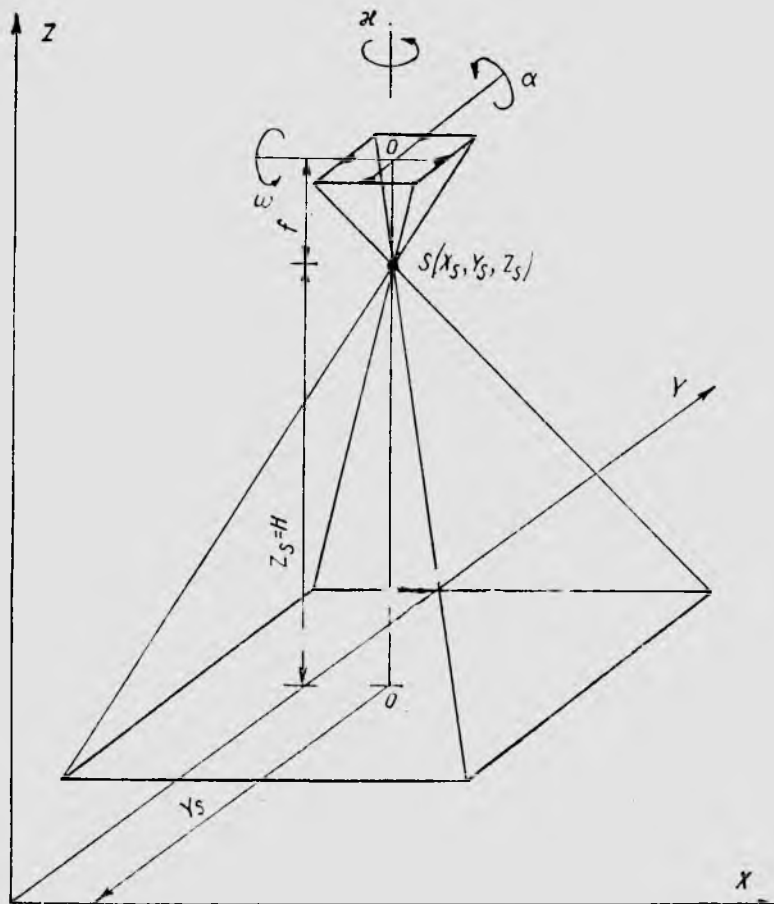
Комбинациялаштирилган съёмкада эса жой ситуацияси аэросъёмка материаллари асосида, рельефи эса мензулавий съёмка асосида чизилади.

Стереофотограмметрик аэросъёмкада аэросурат билан стереофотометрик асбоб ёрдамида жойнинг ситуация ва рельефи тасвирланган топографик плани 1:5 000 дан 1:100 000 гача бўлган масштабларда тузилиши мумкин. Аэрофототопографик усулда план ва карта тузишда қуйидагилар: ҳавоий съёмка, фотографик, топографик, геодезик ва фотограмметрик ишлар қилинади.

Ҳавоий съёмка ишларида самолётга ўрнатилган махсус аэрофотоаппарат ёрдамида жой съёмкаси қилинади. Оптикий ўқининг туришига қараб, аэросъёмка планли ва перпективли бўлади.

Аппаратнинг оптикий ўқи (00) вертикал вазиятда турганда (оғиш 2—3 дан ошмаганда) қилинган съёмка (108- шакл) планли бўлади, аппаратнинг оптикий ўқи қийшайтирилганда қилинган съёмка эса перпектив съёмка бўлади.

Самолёт бир йўналиш бўйича бир хил баландликда учиб, бир хил вақт ораллигида (интервалида) съёмка қилиб боради. Бунда ҳар қайси съёмка бўйига ва энига бир-бирини қоплаши керак. Учмиш вақтида радиовисотомер (радио билан 5 м аниқликда баландлик ўлчагич), статоскоп (баландлиkning ўзгариши ΔH ни ўлчагич) ва горизонт чизини суратга олувчи асбоблар ёрдамида суратга олиш баландлиги H ни (1000—3000 м), қўшни расмлар баландликлари фарқи ΔH ни ва ўқий чизиқнинг оғиш бурчагини аниқлаш мумкин, булар *ташқи ориентирлаш элементлари* дейилади. Аэросуратнинг бош нуқта-си (0) ва аэрофотоаппаратнинг фокусий масофаси (f) аэросуратнинг *ички ориентирлаш элементлари* дейилади.



108-шакл. Планин аэросуратнинг ички ориентирланг элементлари.

Суратга олинган плёнкалар махсус дала фотолабораториясида очилтирилади (чиқарилади) ва қуритилади. Ҳар қайси негативга номер ва шифр жойининг номи ва сёмка вақти ёзилади. Кейин нусха кўчириш асбобида негативдан аэросурат (сурат бирлашмалари) тайёрланади. Булар суратга олинган ернинг кўринишига мувофиқ бўйи ва эни бўйича жой-жойига қўйилиб, тахтага кнопка билан маҳкамланади; бу иш *накидной монтаж* дейилади. Сўнгра у шу туринда суратга олинади. Бу иш *накидной монтаж репродукцияси* дейиладикки, унинг нусхаларидан геодезик ишларни белгилашда фойдаланилади.

Аэросурат масштаби. Горизонтал ва оғма аэросуратлар масштаби қуйидагича бўлади (109-шакл):

$$\frac{1}{M} = \frac{f}{H}, \quad (\text{XII.1})$$

бу ерда M — масштаб махражи; f — аэрофотоаппаратнинг фокусий масофаси; H — учини баландлиги.

Горизонтал аэросуратда масштаб ўзгармас, огма аэросуратда эса турли жойда турлича бўлади.

Масштаби маълум бўлганда аэросуратдаги икки нуқта A ва B орасидаги d кесма орқали масофа D ни аниқлаш мумкин: $D = M \cdot d$. Масалан, $f = 70$ мм; $H = 1400$ м, $d = 32,00$ мм бўлса, масштаб $\frac{1}{M} = \frac{70}{1\,400\,000} = \frac{1}{20\,000}$. Шунда $D = 20\,000 \cdot 32,00 = 640$ м бўлади.

Агар аэросурат масштаби маълум бўлмаса, у қуйидагича аниқланади. Аэросуратдан икки C ва D нуқта олиниб, уларнинг аэросуратдаги d ва жойдаги D оралиқлари ўлчанади. Шунда $\frac{1}{M} = \frac{d}{D}$ бўлганлигидан, $M = \frac{D}{d}$ бўлади. Масалан, $D = 350$ м; $d = 25,00$ мм бўлса, $M = \frac{350\,000}{25} = 1400$ бўлади. Бошқа чизиқ олиб буни текши-

риб кўриш мумкин.

Берилган масштабда съёмка қилиш учун учини баландлигини (XII.1) формула ёрдамида аниқлаш мумкин. Масалан, $f = 100$ мм; масштаб $\frac{1}{25000}$ бўлса, $H = 100 \cdot 25000 = 2500$ м бўлади.

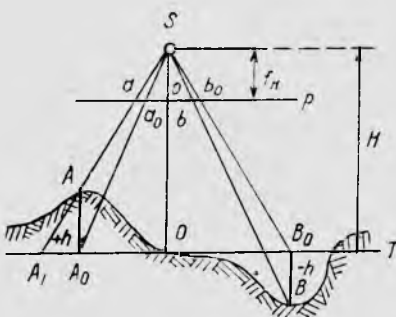
Аэросуратларга туширилган нуқталар ўрин аэросуратнинг огишига рельеф туфайли ўз жойидан бирмунча силжийди (109-шакл). Силжиш δ_{rh} тепалик ва пастликда турли томонда бўлади. A нуқтанинг силжишини $\delta_{rh} = aa_0$ десак, у $\delta_{rh} = \frac{rh}{H}$ бўлади. Бу ерда $r =$

$= ao$ — радиус вектор; $h = AA_0$ — нуқтанинг ўртача текисликдан баландлиги; H — съёмка баландлиги. Масалан, $h = +75,00$ м; $H = 1500$ м; $r = 20$ мм бўлганда, силжиш $\delta_{rh} = \frac{+75,00 \text{ м} \cdot 20 \text{ мм}}{1500} = \frac{1,50 \text{ мм}}{1500} = +0,001 \text{ м} = 1 \text{ мм}$ бўлади.

83- §. Аэросъёмкада геодезик ишлар

Комбинациялаштирилган контурий аэросъёмкада съёмкани боғлаш, рельефни съёмка қилиш ва уни дешифрлаш каби геодезик ишлар бажарилади.

Аэросуратни боғлаш. Аэросуратда масштабнинг ҳар хиллиги ва ўқнинг огишидан келадиган бузилишни йўқотиш учун аэросурат махсус асбобда бир оз ўзгартирилади. Буни бажариш учун



109-шакл. Ҳўй рельефи таъсирида аэросурат нуқталарининг силжиши.

аэросуратда координаталари маълум бир нукта бўлиши керак. Аэросуратдаги айрим нукталар жойда аниқланади ва улар геодезик пунктларга боғланиб, координаталари ҳисобланади. Бу нукталар пландаги аниқланган нукталар дейилади. Ҳозир фотограмма усулида кўпгина нукталарнинг координаталари аниқланади.

Рельеф съёмкаси. Жой рельефини кўрсатиш учун фото-планда ёки аэросуратда мензулавий съёмка бажарилади.

Аэросуратни дешифрлаш. Аэросуратда жойдаги ситуация элементларини фотографик тасвирига биноан аниқлаб чиқиш дешифрлаш дейилади.

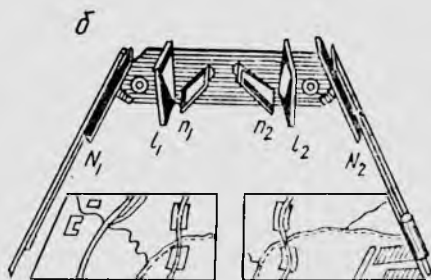
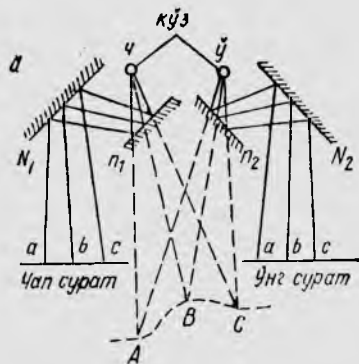
Кейинги вақтларда дешифрлаш йўли билан стереоскоп ёрдамида аэросуратда айрим объектларни аниқлаш ва белгилаш мумкин бўлди.

Далада (жойда) бажариладиган дешифрлаш иши камерал ишларини тўлдириш учунгина бажарилади. Дешифрлашда нарсанинг (объектнинг) геометрик шакли ва ўлчами, оптиквий хоссаи, ёруғ ва сояларнинг жойлашуви каби ҳолларга эътибор берилади. Масалан, аэросуратда қуёшга қараган қиялик ёруғ, текис ва қуёшга тескари жой эса хирароқ бўлади. Дарахтзор (ўрмон), дарахтлар турига қараб, ҳар хил кўринади: арчазорлар ола-була, тепалари ёруғ, стереоскопда конуссимон бўлиб кўринади. Баргли дарахтзор ёруғроқ, дарахт ораллиқлари эса кичик бўлади. Ўтлоқ ер кул ранг, қуруқ жой равшан ёруғ кўринади. Боғ ва парклар чегараси тўғри, дарахтлари қаторлаб экилган бўлади. Тош йўл жуда ёруғ, темир йўл ялтиллаб, эгри чизиқлар яққол кўринади. Сувли жойлар қуруқ жойга қараганда қорамтирроқ бўлади. Дешифрлашдан аввал аэросуратнинг деталлари билан яхши танишиб чиқиш ва уларни жойдаги объектларга таққослаб, сўнгра иш бошлаш ва бунда ишнинг қандай йўл билан боришини белгилаш керак. Суратга хира тушган объект чегаралари ойдинлаштирилиши, тушмай қолган объектлар бошқалар асосида туширилиши ва шартли белгилар билан кўрсатилиши лозим. Қудуқ, геодезик белгилар каби ўлчами кичик объектлар суратга тушмай қолади, булар белгиланиши керак. Йўл тури, хандақ ўрни ва чуқурлиги, сувнинг оқиш тезлиги, турар жой номи, уйлар сони каби ҳоллар кўрсатилиши зарур.

84- §. Стереоскопда ишлаш

Аэросуратда жой объекти ва рельефини икки суратга нисбатан аниқлашда ишлатиладиган асбоб *стереоскоп* дейилади. Агар нарсага икки кўз билан қараб, фазовий вазият аниқланса, аниқланган бу вазият *стереоскопик вазият* деб аталади.

Аэросуратлар бўйича стереоскоп ёрдамида жойнинг стереоскопик тасвирини (жойнинг фазовий кўринишини) ҳосил қилиш мумкин. Бир жойнинг сурати икки ердан олинганда ҳосил бўлган икки аэросурат (стереожуфт) орқали жой рельефи яққол тасвирланади. Бунинг учун стереожуфт суратлар шундай ёнма-ён қўйиладикки, ўнг кўз ўнг томон суратини, чап кўз эса чап томон суратини кўради. Масалан, суратлар 110- шаклдаги каби қўйилса, суратдаги *a*, *b*, *c* нукталар нури



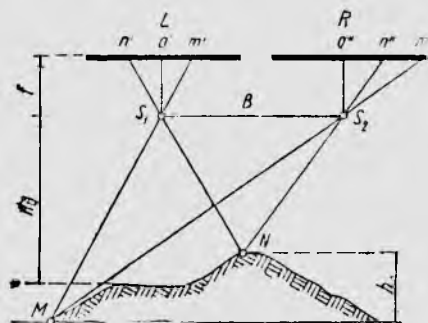
110 - шакл. Стереоскоп ва унда стерео тасвир ҳосил бўлиши.

ташқи ойнада синиб, ички ойнага тушади, кейин ундан қайтиб, чап (ч) ва ўнг (ў) кўзга жой рельефининг A , B ва C нуқталари кўринади. Шу принцип асосида ойнали стереоскоп ишланган (110- шакл, б). Иккита бир хил аэросуратни стереоскоп тагига қўйгандан кейин бош бармоқларни иккала суратнинг бир хил нуқтасига қўйиб, суратлар сурилади-да, бармоқлар тасвири бирлаштирилади. Кейин бармоқлар сурилади-да, суратлар бир оз жилдирилиб, улардаги объектлар аниқ бирлаштирилади. Шунда жой рельефи яққол тасвирланадиги, бу тасвир *стереоэффект* дейилади. Шунда суратларда кўринган рельефни тасвирлаш (горизонталлар ўтказиш), йўл трассаси ўтиш ўринларини белгилаш мумкин.

Нисбий баландликни аниқлаш ва гори оинталар ўтказиш ишлари стереофотограмметрик асбоблар ёрдамида махсус лабораторияда бажарилади.

85- §. Суратлар бўйича нисбий баландликни аниқлаш

Фотоаппаратнинг ўқи вертикал ва объективнинг маркази S горизонтал вазиятда ҳаракатланганда олинган икки қўшни аэросурат L ва R орқали A нуқтанинг C га



111 - шакл. Аэросурат бўйича нисбий баландликни аниқлаш.

нисбатан баландлиги h қўйидагича аниқланади (111 шакл). N нуқтанинг суратлардаги тасвири n' ва n'' , M нуқтаники эса m' ва m'' бўлсин. M ва N нуқталарнинг чап L ва ўнг R суратлардаги абсциссалари айирмаси M ва N нуқталарининг бўйлама-горизонтал параллакс дейилиб, P билан белгиланади:

$$P_M = o'm' - o''m'',$$

$$P_N = o'n' - o''n''.$$

Шунда M ва N нуқталар нисбий баландлиги h нинг тахминий қиймати $\Delta P = P_M - P_N$ орқали қуйидагича аниқланади:

$$h \cong \frac{H}{b} \Delta P, \quad (\text{XII.2})$$

бу ерда H — самолётнинг баландлиги; b — сурат олишдаги базис узунлигининг масштабда олинган қиймати $(b = \frac{l}{H})$.

ΔP нинг қиймати махсус стереоскопик асбоблар (параллактик чизгич, стерсометр, стереокомпаратор ва бошқалар) ёрдамида аниқланади. ΔP нинг қиймати 0,02—0,05 мм аниқликда ўлчанади.

Масалан, $H = 1700$ м, $\Delta P = + 0,56$ мм, $b = 72$ мм бўлса, $h = + 13,2$ м бўлади.

Горизонтал параллакс қиймати Ф. В. Дробишев стерсометри ёрдамида ўлчанади. Суратдаги нуқталарнинг координаталари ва параллаксини аниқ ўлчашда стереокомпаратор дейилган махсус асбоб ишлатилади.

Аэрофотосъёмка ишларига доир асбоблар анча мураккаб бўлиб, улар билан ишлаш учун махсус жиҳозланган лабораториялар бўлиши лозим.

Аэросъёмкага доир ишлар Тошкент аэрогеодезия ташкилотида олиб борилади ва қурилиш ишларига керакли фотоплан ва карталарни ана шу ташкилот тайёрлаб беради. Лойиҳалаш ва қурилиш ишлари шу фотопланлар асосида олиб борилади.

XIII боб

ҚУРИЛИШ МАЙДОНИДА БАЖАРИЛАДИГАН РЕЖАЛАШ ИШЛАРИ

87- §. Умумий тушунчалар

Маълумки, бино ёки, умуман, бирор инженерлик иншооти олдиндан чизиб қўйилган лойиҳа асосида қурилади. Лойиҳа икки ёки уч босқичда тузилиши мумкин.

Икки босқичли лойиҳалашда лойиҳа топшириги тузилади ва иш чизмалари чизилади. Уч босқичли лойиҳалашда эса лойиҳа топшириги, техникавий лойиҳа тузилади, кейин эса иш чизмалари чизилади.

Лойиҳа топширигида лойиҳанинг асосий элементлари кўрсатилади ва унинг иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ эканлиги исботлаб берилади. Бунда турли план ва карталардан фойдаланилади. Масалан, бино ва кичик иншоотлар учун 1:2000—1:5000 масштабни план, темир йўл, тош йўл, канал каби чизилган иншоотлар учун 1:10 000—1:50 000 масштабдаги топографик карталардан фойдаланилади.

Техникавий лойиҳа қисмида лойиҳа топширигида кўрсатилган ва тасдиқ қилинган техникавий ишларнинг барчаси мукамал кўрсати-

ладн. Бунинг учун 1:500—1:1000 масштабда чизилган пландан фойдаланилади.

Иш чизмаларида ҳар қайси иншоотни қуриш учун зарур бўлган чизмалар берилади. Бунда кўпинча 1:500 масштабдаги чизмалардан фойдаланилади.

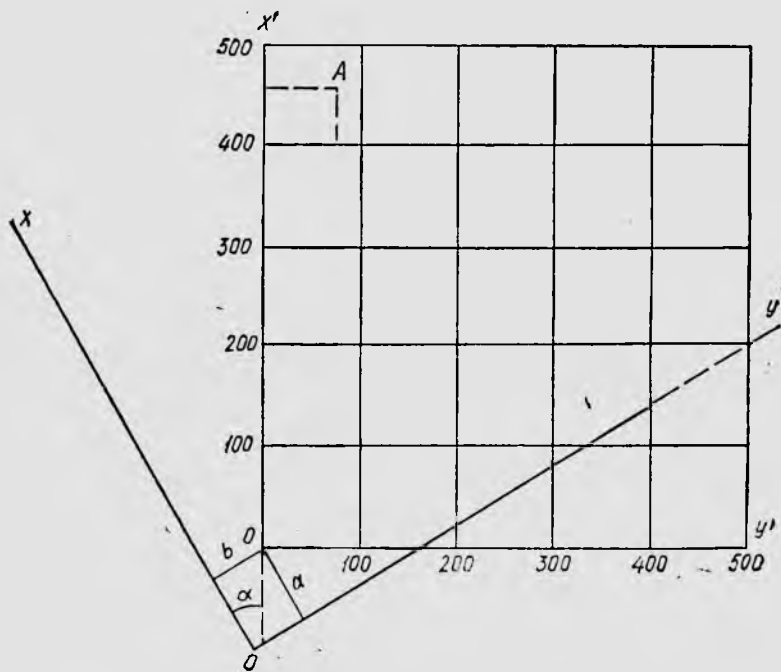
Топографик материаллар асосида иншоот қуриладиган жойнинг генерал плани йирик масштабда чизилади.

88- §. Қурилиш тўри

Турли қурилиш ишларида лойиҳалаш ва бу лойиҳада кўрсатилган иншоотларни жойга кўчириш учун геодезик асос тўри бурчакли координата тўрлари ясалади, бу тўрлар *қурилиш тўри* дейилади.

Қурилиш тўри ясашда унга ўқлари жойдаги объектларнинг (бино, йўл ва бошқа иншоотларнинг) ёки геодезик асос пунктларининг қандай жойлашганлигига қараб белгиланади.

Генерал планда қурилиш тўри ўқлари бино, иншоот, йўл каби қурилишларнинг ўқларига параллел қилиб ўтказилади. Бунда тўр ўқларининг шартли йўналиши давлат геодезик таянч пунктлари координата ўқларининг йўналиши билан бир чизикда ётмай, у билан бурчак ҳосил қилиши мумкин (112- шакл).



112 - шакл.

Қурилиш объектининг катталигига қараб, тўр квадратлари томонининг узунлиги 100—400 м гача бўлади. Лойиҳалаш ва режалаш ишларининг аниқлиги квадратларнинг тўғри бўлишига боғлиқ; шунга кўра, планда ва жойда квадрат тўрлар юқори аниқлик билан ясалishi лозим. Квадрат учларини белгилангандаги хато планда 0,1 мм бўлса, жойда у 1—1,5 см дан ошмаслиги зарур.

• Қурилиш тўри генерал планда чизилади ёки аввал калъкага чизилиб, сўнгра генерал план устига шундай қўйиладики, квадрат томонлари бино, иншоот қизил чизигига параллел бўлади. Кейин тўр калъадан планга туширилади. Сўнгра қурилиш тўри пландан жойга кўчирилади.

Қурилиш тўрини жойга кўчиришда, кўпинча, бирор бош йўналиш олиниб, унга нисбатан бошқа томонлар режаланади. Бу бош йўналиш тўр базиси дейилади. Базис ўрни геодезик асос нуқталарига ёки жойдаги предметларга нисбатан аниқланади.

Тўрнинг бурчак учлари ёғоч қозиқ ёки рельслар билан маҳкамланади. Ўрнининг аниқ белгиланиши учун қозиқ устига миҳ қоқилади, рельсларда эса нишон қилинади ва бу нуқталар нивелирланиб, отметкалари аниқланади. Булар кейинги қурилиш даврида репер ўрнида ишлатилади. Бу қозиқлар ёнига ер юзи билан бир текисда қилиб қозиқлар қоқилади ва уларнинг ҳам отметкалари нивелирлаш йўли билан топилади.

Кўпинча, иншоотнинг геодезик координаталари режаланган қурилиш тўри координаталарига тўғри келмайди. Бундай вақтда бир координата системасидан иккинчи координата системасига ўтиши керак бўлади. Масалан, бирор нуқтанинг қурилиш тўри системасидаги шартли координаталари x' , y' геодезик асос системасидаги координаталар эса x , y бўлса, бу координаталар орасида қуйидагича боғланиш бўлади:

$$\begin{aligned} x &= a + x' \cos \alpha - y' \sin \alpha; \\ y &= b + x' \sin \alpha + y' \cos \alpha \end{aligned} \quad (\text{XIII. 1})$$

ёки

$$\begin{aligned} x' &= (x - a) \cos \alpha + (y - b) \sin \alpha; \\ y' &= -(x - a) \sin \alpha + (y - b) \cos \alpha, \end{aligned} \quad (\text{XIII. 2})$$

бунда a , b — геодезик асос координаталар системасига нисбатан қурилиш тўри бош нуқтасининг координаталари (II-2-шакл); α — қурилиш тўри абсциссасининг дирекцион бурчаги.

Масалан, қурилиш тўрининг ўқ чизиги (x') жой шаронтига кўра, бошқа йўналишда жойлашиб, геодезик координата ўқи x билан $\alpha = 30^\circ$ бурчак ҳосил қилади дейлик (II-2-шаклга қаранг); қурилиш тўри бош нуқтаси координаталар бошнинг геодезик системадаги координаталари $a = 80,00$ м, $b = 60,00$ м; А нуқтанинг лойиҳадаги (геодезик системадаги) координаталари $x = 435,30$ м, $y = 353,40$ м, шу нуқтанинг қурилиш тўри бўйича шартли координаталари x' , y' аниқлансин. (XIII. 2) формулага кўра:

$$\begin{aligned}
 x' &= (435,30 - 80,00) \cos 30^\circ 00' + (353,40 - 60,00) \sin 30^\circ 00' = \\
 &= 355,30 \cdot 0,87 + 293,40 \cdot 0,50 = 309,11 + 146,70 = 455,81 \text{ м.} \\
 y' &= -(435,30 - 80,00) \sin 30^\circ 00' + (353,40 - 60,00) \cos 30^\circ 00' = \\
 &= -(355,30 \cdot 0,5 + 293,40 \cdot 0,87) = -177,65 + 255,26 = 77,61.
 \end{aligned}$$

Юқорида ҳисобланган x' , y' координаталар бўйича қурилиш тўри ёрдамида жойда A нуқта ўрни топилади. Бошқа нуқталарнинг ўрни ҳам шу тартибда аниқланади.

89- §. Лойиҳани жойга кўчириш

Лойиҳага кўра бино ёки иншоотнинг ўлчамларини ва ўрнини аниқлайдиган асосий нуқта ва чизиқларни жойда белгилаш *лоийҳани жойга кўчириш* дейилади. Бу ишлар генерал план асосида тузилган иш чизмалари бўйича олиб борилади.

Лойиҳани кўчиришда аввало бино ва иншоотнинг ўқ чизиги белгиланади, сўнгра шу чизиққа нисбатан иншоотнинг айрим бўлакларига тегишли нуқталар ўрни жойдаги предметларга, геодезик ва шартли координаталарга кўра аниқланади.

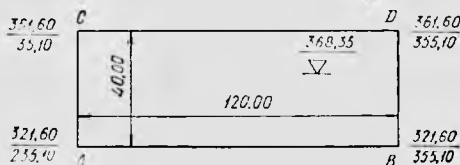
Лойиҳани кўчиришда лойиҳада кўрсатилган барча чизиқларнинг узунлиги ва бурчаклар ўлчанмай, балки керакли ва муҳим нуқталар ўрни аниқланади. Координаталари маълум бўлмаган нуқталар ўрнини аниқлашда съёмкада қўлланиладиган усул ва асбоблардан фойдаланиш мумкин.

Бино ва иншоотнинг бош ўқини белгилашда геодезиянинг «умумдан бўлакка ўтиш» деган қондаси эътиборга олинади. Аввало асосий ўқлар белгиланади, кейин режалаш иши бошланади, яъни иншоот ўлчамларига кўра, керакли нуқталар ўрни ва баландликлари белгиланади. Иш чизмага биноан асосий чизиқларни, масалан, бинонинг ўқ чизигини жойга кўчиришда тўғри бурчакли координата кутб ва кес-тирма усуллардан фойдаланилади. Бинони режалашда эса перпендикуляр створ ва параллел чизиқлар ўтказиш усуллари қўлланилиши мумкин.

Бош чизиқ сифатида биноларда ташқи девор ўқи, йўл, канал, қувур каби иншоотларда эса шу қурилишнинг ўқи қабул қилинади. Қурилиш тўридаги квадратлар томони иншоотнинг ўқ чизигига параллел бўлганидан нуқталарни белгилашда квадрат томонларидан ўлчанг кифоя.

Иншоот асосий нуқталарининг шартли координаталари аниқланиб, иш чизмага ёзилади, иншоот элементларининг ўлчамлари (ва зарур бўлганда, бино полинини лойиҳавий отеткаси) ҳам ёзилади (113-шакл).

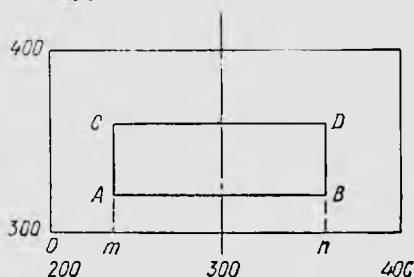
113-шаклдаги бинонинг ўқ чизигини теодолит воситасида жойда белгилаш учун аввало тўр квадратнинг учи O дан ўнг томонга (114-



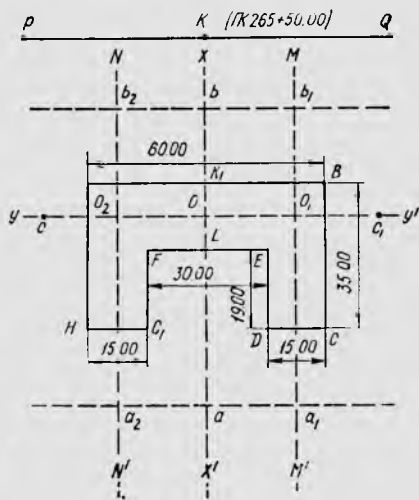
113 - шакл.

шакл) қурилиш тўрининг ординаталар ўқи бўйича A ва O нуқталар ординаталарининг айирмаси $\Delta y_A = y_A - y_0 = 235,10 - 200,00 = 35,10$ м ўлчаб қўйилади ва m нуқта топилади. Топилган нуқтага теодолит ўрнатилади. Сўнгра m нуқтадан ординаталар ўқиға перпендикуляр чиқарилади; перпендикуляр бўйича m нуқтадан $\Delta x_A = x_A - x_0 = 321,60 - 300,00 = 21,60$ м ўлчаб қўйилса, A нуқта топилади. Худди шунга ўхшаш, m дан $\Delta x_C = x_C - x_0 = 361,60 - 300,00 = 61,60$ м ўлчаб қўйилиб, C нуқта топилади. B нуқта ўрнини топиш учун O нуқтадан $\Delta y_B = y_B - y_0$ қиймати ўлчаб қўйилиб, n нуқта топилади; теодолит шу нуқтага ўрнатилиб, у ўқиға перпендикуляр чиқарилади. n нуқтадан $\Delta x_B = x_B - x_0$ ва $\Delta x_D = x_D - x_0$ қийматлари ўлчаб қўйилади ҳамда B ва D нуқталар ўрни топилади. Текшириш учун AB ва CD оралиқлари ёки CB , AD диагоналлари ўлчанади. Фасади кўча томонга қаратиб қуриладиган биноларни режалашда бинонинг қизил чизиги кўча ўқиға ёки мавжуд биноларга нисбатан белгиланади. Қизил чизиқ иш чизмада кўрсатилган бўлиши керак. Жойда қизил чизиқ белгиланган, бино шу чизиқ асосида режаланади.

Йўл ва канал каби иншоотлар ёнига станция, бекат ва бошқа бинолар қуришда, кўпинча, бино керакли нуқталарнинг координаталари берилмай, балки уларнинг лойиҳалари (плани) берилади. Бундай ҳолда бино йўл ўқ чизиги ёки берилган бошқа чизиққа нисбатан режаланади. Масалан, 115-шаклда кўрсатилган станция биноси темир йўлнинг ўқ чизиги PQ нинг ПК 265 + 50,00 даги K нуқтадан 40 м ўнгда режаланиши керак дейлик. Бунинг учун аввало шу жой тозалаб қўйилади. Кейин K нуқтага теодолит ўрнатилиб, темир йўлнинг ўқ чизиги PQ га перпендикуляр чиқарилади; бу чизиқ xx' ўқи бўлади. Шу чизиқ бўйича $KK_1 + K_1O$ ($KK_1 = 40,00$ м, $KO = 8,00$ м) қиймати ўлчаб қўйилади ва O нуқта топилади. O нуқтага теодолит



4 - шакл.



115 - шакл.

ўрнатилиб, xx' га перпендикуляр чиқарилса, бу чизик yy' ўқи бўлади. xx' ва yy' чизиклари бинонинг ўқ чизиклари бўлиб, улар жойда маҳкамланади. Бунинг учун ўқ чизикларининг иккала учига (қурилиш даврида уларнинг бузиламаслигини ҳамда қуриш ишларида халақит бермаслигини эътиборга олиб) дейиҳадаги бино ўрнидан ташқарида a , b , c ва a_1 қозиқлар қоқилади. Улар тепасига қалпоқлари ўқ чизик устида ётадиган қилиб мих қоқилади. O нуқтага ҳам мих урилган узун қозиқ қоқилади.

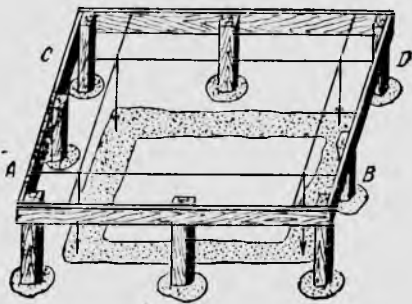
Кейин a ва b нуқталардан ўқ чизик xx' га перпендикуляр чиқарилади ва улар бўйича xx' ўқ чизикдан икки томонга 22,5 м дан ўлчаб қўйиб, b_1 , b_2 , a_1 ва a_2 нуқталар топилади; бу нуқталарга ҳам узун қозиқ қоқилади. Бунда бино икки ён томонининг MM' ва NN' ўқлари ҳосил бўлади. Маҳкамланган a_1 , O_1 ва b_1 ҳамда a_2 , O_2 ва b_2 нуқталарнинг тўғри чизикларда ётишини ва бу чизиклар xx' га параллел эканлигини текшириш керак.

Ихота девор ўқини белгилаш. Пойдевор котлованининг устки четидан 1 — 3 м масофада бино деворига параллел қилиб ўрнатилган тахта девор *ихота* дейилади. Тахта девор тахталари 40 — 50 мм қалинликда, қозиқлар диаметри эса 10 — 20 см йўгонликда бўлади. Қоқиқлар оралиғи 2,5 — 3 м дан, баландлиги эса 0,5 — 3,0 м дан қилинади; улар ерга 0,75 — 1,00 м чуқурликда қилиб кўмиледи. Тахталар шу қозиқларнинг ташқи томонидан (қирраси қозиқ тепасига тенг қилиб) қоқилади.

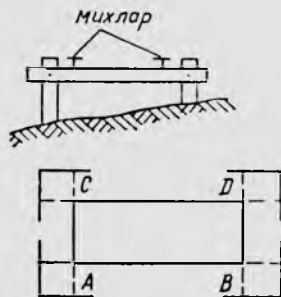
Ихотанинг бино деворидан узоқлиги котлованининг чуқурлиги ва қиялигига боғлиқ. Кўп қаватли бинолар қуришда турли механизмлардан фойдаланилганлиги сабабли, ихота узоқлиги ва баландлиги қурилиш ишларига халал бермайдиган қилиб олинади.

Қурилаётган иншоот атрофини яхлит ўраб олган девор *узлуксиз ихота* дейилади (116-шакл). Агар ихота ёлғиз бино бурчакларига ва чегаравий чизикнинг айрим жойларига ўрнатилса, *якка ихота* ёки *сканелка* деб аталади (117-шакл).

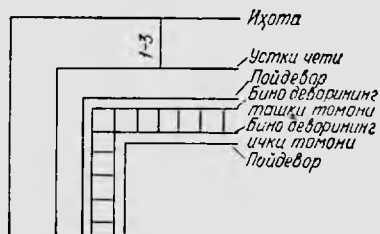
Иншоот бош ўқларининг ўтиш ўрни теодолит билан аниқланади ва ўриилари ихота тахтасининг устига мих қоқиб белгиланади (118-шаклга қаранг). Ўқлар ўрни ихота тахтасининг ички томонига вертикал чизик билан белгиланган белгилар жойидаги бино бурчаклари



116 - шакл.



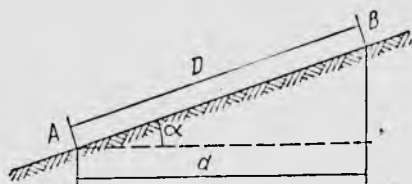
117 - шакл.



119 - шакл.

Агар жой қия бўлса, аввало чизиқнинг горизонтал қўйилиши бўйича қия чизиқ узунлиги D топилади. Бунинг учун чизиқ ўтказиладиган жойнинг қиялик бурчаги эклиметр ёки вертикал доира билан ўлчанади. Кейин жадвалдан чизиқ қиялигига берилган тузатма Δd топилади ва қия чизиқ узунлиги D қуйидаги формуладан аниқланади:

$$D = d + \Delta d \text{ ёки } D = \frac{d}{\cos \alpha}. \quad (\text{XIII. 3})$$



120 - шакл.

Сўнгра A нуқтадан берилган йўналишда D узунлиги ўлчаб қўйилади (120-шакл).

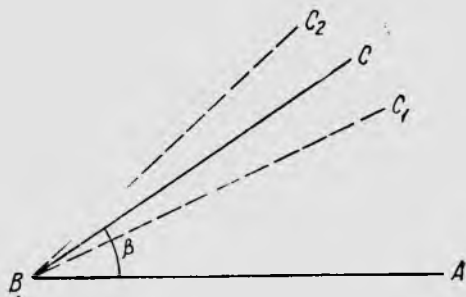
Берилган горизонтал бурчакни жойда яшаш. Берилган горизонтал бурчакни жойда яшаш учун унинг қиймати β , учи B ва бир томони BA маълум бўлиши керак. Теодолит нуқта B га ўрнатилиб,

иш ҳолатига келтирилади ва 1-верньернинг ноль штрихи лимб нолига тўғриланади; алидада маҳкамланиб, лимб бўшатилади ва труба BA чизиқ бўйича йўналтирилгач, лимб маҳкамланади. Агар бурчак BA чизиққа нисбатан ўнг томонда ясалса, алидада бўшатилади ва ўнг томонга айлантйрилиб, 1-верньер саногини бурчакнинг берилган қийматига (β га) тўғриланади, шунда труба йўналишидан ҳосил бўлган BC чизиқнинг учи C вежа ёрдамида белгиланади ва қозиқ билан маҳкамланади. Шундай қилиб, бурчак β лойиҳадан жойга кўчирилган бўлади.

Агар бурчак BA чизиқнинг чап томонида ясалиши керак бўлса, труба юқоридагидек, BA чизиқ бўйича йўналтирилади, лимб маҳкамлангач, алидада чап томонга айлантйрилади-да, 1-верньер 360- β саногига тўғриланади, ҳосил бўлган BC йўналиши аниқланади.

Бурчак яшаш, албатта икки доирада бажарилади. Агар хатолар таъсири натижасида иккита бурчак (ABC_1 ва ABC_2) ҳосил бўлса (121-шакл), C_1 , C_2 оралиғи тенг иккига бўлинади ва унда C нуқта белгилаб олинади.

Агар бурчакни юқори аниқликда яшаш талаб қилинса, юқоридаги усул билан ясалган бурчак бир неча марта аниқ ўлчаб олинади ва натижаларнинг ўрта арифметик қиймати топилади. Сўнгра лойиҳадаги бурчак қиймати $\beta_{\text{лой}}$ билан β_0 орасидаги тузатма $\Delta\beta = \beta_0 - \beta_{\text{лой}}$ аниқлаб олинади. $\Delta\beta$ кичик бўлганидан у теодолит билан эмас,



121 - шакл.

балки перпендикуляр чизик ёрдами билан тузатилади: перпендикуляр чизик uzunлиги CC_1 қуйидаги формуладан аниқланади:

$$CC_1 = \frac{\Delta\beta'' d}{206265}, \quad (\text{XIII. 4})$$

бунда d — BC чизикнинг узунлиги.

CC_1 нинг узунлиги C_1 нуқтадан BC га чиқарилган перпендикуляр чизик бўйича ўлчаб қўйилса, C нуқтанинг аниқ ўрни топилади.

Бино қуриш ишларида бурчак яшаш учун верньерининг аниқлиги $1' - 30''$ бўлган, инженерлик иншоотлари қуришда эса $5' - 10''$ бўлган теодолитлардан фойдаланилади. Чизиклар шкалали лента ёки металл рулеткалар билан 0,01 дан 0,001 м гача аниқликда ўлчаб қўйилади.

Нуқта ўрнини жойда координаталар бўйича белгилаш. Лойиҳадаги ўқий чизикни жойга кўчириш учун жойда шу чизикнинг муҳим нуқталарини аниқлаш кифоя. Жой шаронгига қараб, нуқталар ўрни қуйидаги усуллар билан аниқланади.

1. Тўғри бурчакли координата усули. Лойиҳадаги нуқта геодезик асос нуқталарини туташтирувчи чизикқа ёки қурилиш тўрининг томонларига яқин жойлашганда бу усул қўлланилади. Масалан, A ва B геодезик асос нуқталарини туташтирувчи чизикқа нисбатан лойиҳадаги координаталари x_c , y_c бўлган C нуқта ўрнини аниқлаш керак, дейлик. Бунинг учун AB чизик бўйича (122-шакл) A нуқтадан $\Delta y = y_c - y_a$ қиймати ўлчаб қўйилади ва D нуқта топилади. Теодолит билан D нуқтадан AB чизикқа чиқарилган перпендикуляр бўйича $\Delta x = x_c - x_a$ қиймат ўлчаб қўйилса, C нуқта топилади.

2. Қутб усули. AB чизикқа нисбатан қутбий бурчак β ва AC чизик uzunлиги l , яъни C нуқтанинг қутбий координаталари берилган бўлса, лойиҳадаги C нуқта ўрни қутб усули билан жойга кўчирилади. Бунинг учун A нуқтага теодолит ўрнатилиб, қутб ўқи AB га нисбатан β бурчак ясалади (123-шакл). Ҳосил бўлган AC чизик йўналиши бўйича A нуқтадан l нинг қиймати ўлчаб қўйилса, C нуқта топилади.

Бу масалани ечиш учун B нуқта икки ёнида ихтиёрий бурчак билан BA ва BC базислар олиниб, уларнинг узунлиги d_1 ва d_2 лента билан энг камида икки марта ўлчанади. Теодолит билан $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ бурчаклар ҳам ўлчанади. $BD = x$ масофа узунлиги икки бурчак орқали қуйидагича топилади:
 $\triangle ABD$ дан:

$$x = \frac{d_1}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \cdot \sin \alpha_1.$$

$\triangle BCD$ дан:

$$x = \frac{d_2}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)} \cdot \sin \alpha_2.$$

Агар топилган иккала қиймат ўзаро тенг ёки ҳосил бўлган хато йўл қўярли бўлса, уларнинг арифметик ўрта қиймати аниқланади. Масалан,

$$\begin{aligned} d_1 &= 60,10 \text{ м}; \alpha_1 = 74^\circ 29'; \beta_1 = 80^\circ 11', \\ d_2 &= 50,05 \text{ м}; \alpha_2 = 68^\circ 46'; \beta_2 = 91^\circ 14' \end{aligned}$$

бўлсин. Биринчи учбурчакликдан:

$$x = \frac{60,10}{\sin(74^\circ 29' + 80^\circ 11')} \cdot \sin 74^\circ 29';$$

$$x = 135,31 \text{ м.}$$

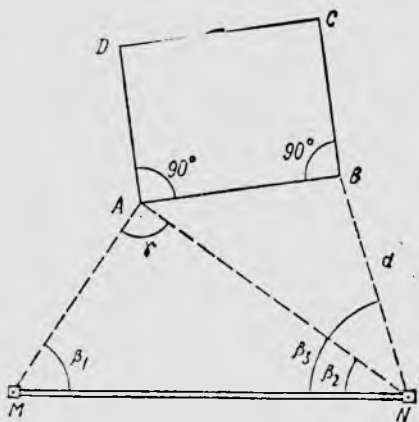
Иккинчи учбурчакликдан:

$$x = \frac{50,05}{\sin(68^\circ 46' + 91^\circ 04')} \cdot \sin 68^\circ 46'; x = 135,33 \text{ м.}$$

Аниқланган иккала қийматнинг арифметик ўрта қиймати $135,32 \text{ м}$ x томоннинг узунлиги бўлади.

Лойиҳадаги нуқта ва чизиқ-ни координаталари асосида жой-га кўчириш. Юқорида нуқта ўрнини қурилиш тўрига нисбатан перпендикуляр усулида аниқлашни кўриб чиқдик. Жойда қурилиш тўри бўлмаган тақдирда нуқта ўрни таянч пунктлар асосида кестирма ёки қутб усули билан ҳам аниқланиши мумкин. Масалан, лойиҳада бино тўрт бурчагининг координаталари берилган бўлсин.

Фундаментга котлован қазиш учун шу A ва B нуқталар ўрни жойда белгиланиши керак. Жойда икки M ва N пункт ҳамда



127 - шакл.

уларнинг координаталари асосида A ва B нуқталар ўрни қуйидагича аниқланади (127- шакл).

Берилган:

$$x_M = 110,00 \text{ м}; \quad y_M = 210,00 \text{ м};$$

$$x_N = 120,00 \text{ м}; \quad y_N = 360,00 \text{ м};$$

$$x_A = 190,00 \text{ м}; \quad y_A = 250,00 \text{ м};$$

$$x_B = 210,00 \text{ м}; \quad y_B = 340,00 \text{ м}.$$

A ўрнини MN базис асосида бурчагий кестирма усулида, B нуқта M дан кўринмаганлиги учун у қутб усулида аниқланади.

A нуқта ўрнини аниқлаш. Бунинг учун, аввал, тескари геодезик масала бўйича қуйидаги дирекцион бурчаклар аниқланади:

$$\operatorname{tg} \alpha_{MN} = \frac{y_N - y_M}{x_N - x_M} = \frac{+ 150,00}{+ 10,00} = 15,00000; \quad \alpha_{MN} = 86^\circ 14';$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{MA} = \frac{y_A - y_M}{x_A - x_M} = \frac{+ 40,00}{+ 80,00} = 50000; \quad \alpha_{MA} = 26^\circ 34';$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{NA} = \frac{y_A - y_N}{x_A - x_N} = \frac{- 110,00}{+ 70,00} = - 1,57143; \quad \alpha_{NA} = 302^\circ 28,2'.$$

Дирекцион бурчаклар бўйича $\beta = \alpha_s - \alpha_r$ формуладан томонлар орасидаги бурчаклар аниқланади (127- шакл);

$$\beta_1 = \alpha_{MN} - \alpha_{MA} = 86^\circ 11' - 26^\circ 34' = 59^\circ 37';$$

$$\beta_2 = \alpha_{NA} - \alpha_{NM} = 302^\circ 28,2' - 266^\circ 11' = 36^\circ 17,2';$$

$$\gamma = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2) = 84^\circ 05,8'.$$

Кейин M нуқтага теодолит ўрнатиб, $\beta_1 = 59^\circ 37'$ бурчак ясалади, бунда MA йўналиши топилади. Кейин теодолит N га кўчирилиб, $\beta_2 = 36^\circ 17,2'$ бурчак ясалади-да, NA йўналиши топилади. MA ва NA йўналишларининг кесишув нуқтаси A ўрни бўлади.

B нуқта ўрнини аниқлаш. B нуқта ўрнини қутб усулида белгилаш учун β_3 ва $NB = d$ аниқланади:

$$\operatorname{tg} \alpha_{NB} = \frac{y_B - y_N}{x_B - x_N} = \frac{- 20,00}{+ 90,00} = - 0,22222; \quad \alpha_{NB} = 347^\circ 28,2';$$

тескари дирекцион бурчак $\alpha_{NM} = \alpha_{MN} + 180^\circ = 266^\circ 11'$; бундан

$\beta_3 = \alpha_{NB} - \alpha_{NM}$ ёки $\beta_3 = 347^\circ 28,2' - 266^\circ 11' = 81^\circ 17,2'$ бўлади,

$$d = \sqrt{(x_B - x_N)^2 + (y_B - y_N)^2} = \sqrt{(+ 90,00)^2 + (- 20,00)^2} = 92,20 \text{ м}.$$

Теодолит N нуқтага ўрнатилиб, β_2 бурчак ясалади-да, топилган NB йўналиши бўйича $d = 92,20$ м ўлчаб қўйилса, B ўрни топилади. Кейин A ва B бурчакларга теодолит ўрнатилиб, A нуқтадан AB га B нуқтадан BA га чиқарилган перпендикулярларга AD ва BC ларнинг лойиҳадаги қийматлари қўйилса, D ва C ўрни топилади.

90- §. Лойиҳавий отметкаларни жойга кўчириш

Иш реперини нивелирлаш тармоқларига боғлаш. Қурилиш май-донидаги бино ва иншоот асосий нуқталарининг абсолют баландликларини аниқлашда ва уларни бир-бирига боғлашда репер ҳамда маркалардан фойдаланилади. III класс нивелирлаш тармоқлари асосида IV класс нивелирлаш тармоғи барпо қилинади ва иш реперлари ўрнатилиб, абсолют отметкаси аниқланади.

Баъзан, қурилиш тўрнининг квадратлари учидagi қозик ёки рельслар отметкаси аниқланади ва улар иш реperi ўрнида ишлатилади.

Боғлашда нивелирлаш икки горизонтда ёки икки томонлама рейка ишлатиш йўли билан бажарилади. Иш реperi отметкаси $H_{\text{иш}}$, нивелирлаш тармоғидаги репер отметкаси H_R , рейка саноклари a , b бўлса, иш реperi отметкаси қуйидагича аниқланади:

$$H_{\text{иш}} = H_R + \sum h, \quad (\text{XIII. 5})$$

бунда

$$\sum h = \frac{\sum a - \sum b}{2}.$$

Нивелирлаш йўлидаги хато $f_h \leq \pm 15 \sqrt{L} \text{ мм}$ бўлиши керак; L — нивелирлаш йўлининг узунлиги, км.

Лойиҳавий отметкани жойга кўчириш. Масалан, жойда отметкаси $H_B = 431,185 \text{ м}$ бўлган бирор B нуқтага қозик қоқиш керак, дейлик. Бунинг учун иш реperi (ёки квадрат бурчак учи) A ва берилган B нуқта оралнига нивелир ўрнатилади, репер A га қўйилган рейкадан $a = 823$ саноғи олинади ҳамда асбоб горизонти H_i аниқланади:

$$H_i = H_A + a = 432,340 + 823 = 433,163 \text{ м.}$$

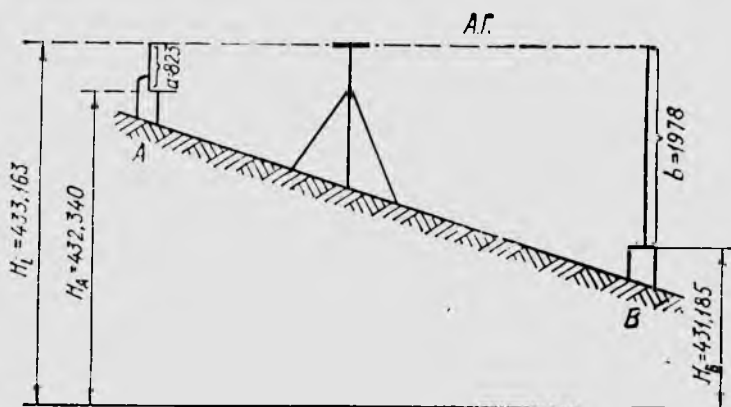
B нуқтадаги қозик устига қўйилган рейкадан олинadиган санок қуйидагича топилади:

$$b = H_i - H_B = 433,163 - 431,185 = 1978 \text{ мм.}$$

Кейин трубани B нуқтадаги қозик устига қўйилган рейкага қаратилиб, санок олинади. Агар олинган санок 1978 мм дан кичик бўлса, қозик ерга шу санок ҳосил бўлгунча қоқилади, катта бўлганида, аксинча, у кўтарилади ёки ёнига тахтача михланади (128-шакл).

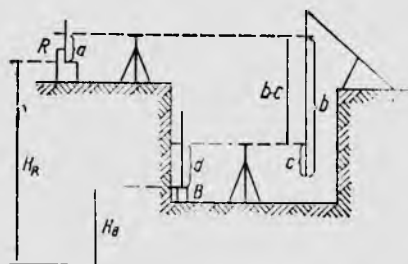
Бетон қуйиш каби аниқ ишларда қоқилган ёғоч қозик устининг ўртасига маяк дейиладиган винт ўрнатилади ва уни кўтариш ёки тушириш йўли билан рейка саноғи b га тўғриланади. Бу ишда хато $\pm 2 - 4 \text{ мм}$ дан ошмаслиги керак.

Агар отметкалари бир хил бўлган бир неча нуқта ўрнатиш керак бўлса (гишт териш жойини текислаш каби ишларда), ундаги барча нуқталарга кетма-кет рейка қўйилиб, саноклар олинади, рейка саноклари бир хил бўлгунча шу ер текисланади. Жой текисроқ бўлган ҳолларда ватерпасдан фойдаланиш мумкин.



128 - шакл.

Лойҳавий отметкани котлован тубига кўчириш. Бино ва турли иншоотлар қуришда лойҳавий отметкани котлован тубига кўчириш зарур бўлади. Агар котлован 3 — 3,5 м дан чуқур қазилган бўлса,



129 - шакл.

масала икки нивелирни ишлатиш йўли билан ечилади. Нивелирлардан бири қурилиш майдонидаги репер билан котлован чети оралиғига (129- шакл), иккинчиси эса котлован тубидаги нуқта *B* билан кронштейн учига осилган рулетка оралиғида ўрнатилади. Биринчи нивелир билан реперга қўйилган рейка саногии *a* ва рулетка саногии *b* олинади. Иккинчиси билан эса рулетка саногии *c* ва *B* нуқтадаги рейка саногии *d* олинади.

Шунда

$$H_B = H_R + a - (b - c) - d,$$

$$d = H_R - H_B + a - (d - c)$$

бўлади.

В нуқтадаги қозикни кўтариш-тушириш йўли билан визир ўқи *d* саногига тўриланади.

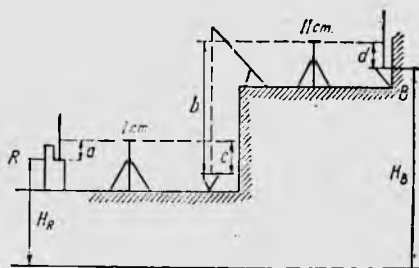
Масалан, $H_R = 441,360$; $H_B = 439,200$ м; $a = 612$ мм; $b = 6150$ мм; $c = 1543$ мм бўлса *B* нуқтадаги рейкадан олинadиган санок $d = 441,360 - 436,200 + 612 - (6150 - 1543) = 1165$ мм бўлиши керак.

Иншоот тепасидаги нуқта отметкасини аниқлаш. Бунда ҳам икки нивелир ишлатилади. Биринчи нивелир репер билан рулетка оралиғига

ўрнатилиб, реперга қўйилган рейкадан a саноғи, рулеткадан эса c саноғи олинади. Иккинчи нивелир иншоот тепасига ўрнатилиб, рулеткадан b саноғи, B нуқтадаги рейкадан d саноғи олинади. Шунда B нуқтанинг от-меткаси:

$$H_B = H_R + a + (b - c) - d$$

бўлади (130-шакл).



130 - шакл.

Масалан, $H_R = 441,360$ м,

$a = 563$ мм, $c = 698$ мм, $b = 7870$

мм, $d = 719$ мм бўлса, B нуқтанинг отметкаси $H_B = 441,360 + 563 + (7870 - 698) - 719 = 448,378$ м бўлади.

Маълум нишабликдаги чизиқни жойга кўчириш. Канал ва йўллар қуришда, майдон юзини текислашда маълум нишабликдаги лойиҳавий чизиқ қурилиш жойига кўчирилади. Бунинг учун, аввало, жойдаги лойиҳавий чизиқ йўналишини аниқлаб олинади.

Энг четки нуқталар ўртасига нивелир ўрнатилиб, бош нуқта A га қўйилган рейкадан a саноғи олинади. Бошқа нуқталарга қўйилган рейкалардан олинadиган саноқларнинг қийматлари, нишабликнинг мусбат ёки манфий бўлишига қараб, қуйидаги формуладан топилади:

$$b = a + h$$

ёки

$$h = a \pm d, \quad (\text{XIII. 6})$$

бунда h — кейинги нуқтанинг бош нуқтага нисбатан баландлиги; i — лойиҳавий чизиқнинг нишаблиги; d — кейинги нуқта билан бош нуқта орасидаги масофа. Нишаблик мусбат бўлганда бош нуқтадаги саноқдан d , айирилади, манфий бўлганида эса қўшилади. Масалан, нишаблик мусбат бўлганда C , D ва B нуқталардаги рейка саноқлари b_1 , b_2 , b_3 ва бу нуқталарнинг A дан бўлган узоқликлари d_1 , d_2 ва d_3 деб олинса,

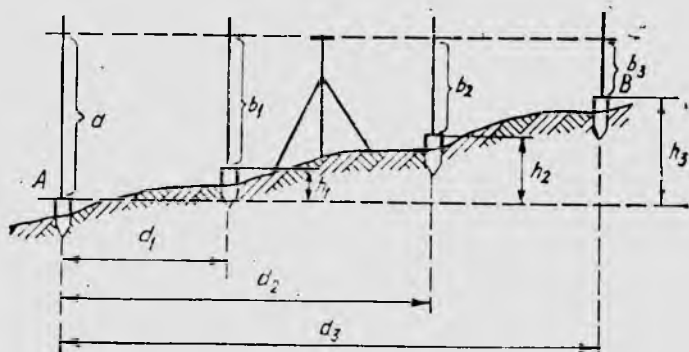
$$b_1 = a - d_{1i},$$

$$b_2 = a - d_{2i},$$

$$b_3 = a - d_{3i}$$

бўлади. Нивелир горизонтини ўзгартирмасдан, C нуқтага қараб, рейка саноғини b_1 га тенг қилиб қозиқ қоқилади; кейин D нуқтадаги рейка саноғини b_2 га, B даги рейка саноғини эса b_3 га тенг қилиб қозиқ қоқилади (131-шакл).

Мисол. A ва B нуқталар орасида нишаблиги $i = +0,008$ бўлган чизиқ ўтказилсин ва шу чизиқда ётувчи нуқталар ўрни ҳар 20 м да белгилаб олинсин.



131 - шакл.

Бунинг учун нивелир AB чизик ўртасига ўрнатилиб, бош нукта A га қўйилган рейкадан $a = 1612$ саногини олинади. Сўнгра 20, 40, 60 ... м да қўйиладиган рейка саноклари ҳисоблаб топилади ва жадвал тузилади. b_{20} м даги рейка саногини:

$$b_{20} = a - 20i = 1612 - 20 \cdot 0,008 = 1452;$$

b_{40} м даги саногини:

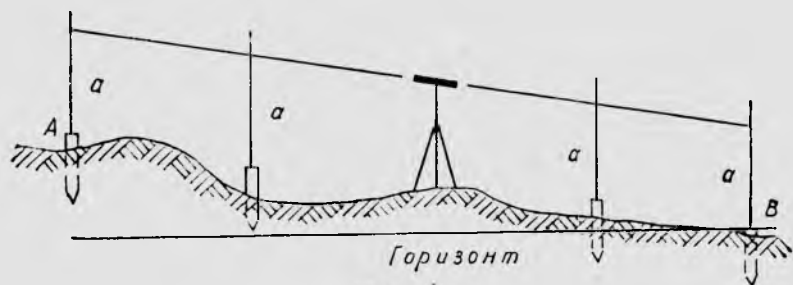
$$b_{40} = a - 40i = 1612 - 320 = 1292$$

ва ҳоказо

d	20	40	60	80	100
b	1452	1292	1132	972	812

Агар умумий (бир хил) нишабликда қилиб ўтказиладиган чизик узун бўлса, нивелир кейинги станцияга кўчириб ўрнатилади. II станциядаги бош нукта I станциядаги охириги нукта бўлади.

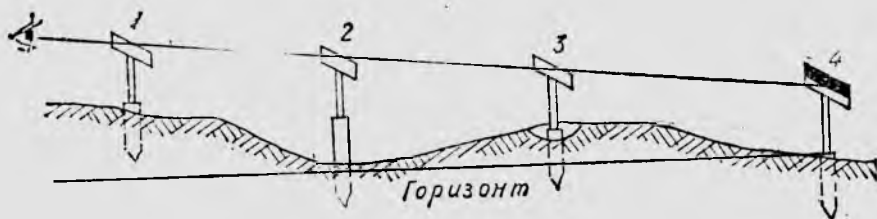
Берилган нишабликдаги лоийҳавий чизик қия кўриниши билан ҳам ўтказилиши мумкин. Бунинг учун берилган нишабликни ҳисобга олиб, бош ва охириги нуқталарнинг отметкалари топилади ва нивелирнинг горизонтал нури ёрдамида шу нуқталарга отметкалари бўйича қозиқ қоқилади. Сўнгра нивелирнинг икки кўтаргич винти берилган чизик йўналишида етадиган қилиб ўртага ўрнатилади. Шу кўтаргич винтларни бураб, визирлаш нури икки чеккадаги A ва B нуқталарга ўрнатилган рейкаларга тўғриланади ва олинадиган саноклар бир хил бўлгунча винтлар буралади. Шунда визирлаш нурининг қиялиги берилган нишабликда бўлади. Шунга қараб, оралиқ нуқталарга қозиқлар қоқилади (132-шакл).



132 - шакл.

Агар чизикнинг узунлиги 100 м атрофида бўлса, бош ва охириги нуқталар ўрни нивелир билан аниқланганч, қолган нуқталар визиркалар билан аниқланиши мумкин (133- шакл).

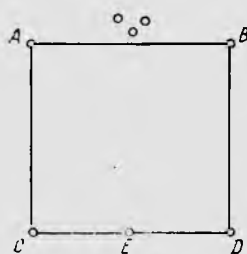
Лойиҳавий текисликни жойга кўчириш. Лойиҳавий текислик жойга қуйидаги усуллар билан кўчирилади:



133 - шакл.

1. Параллел чизиклар ёрдами билан. Берилган нишаблик бўйича жойда оралганини 20 — 100 м дан қилиб, бир неча параллел чизиклар ўтказилади ва бу чизиклар маълум масофаларда отметкаси лойиҳавий отметкага тенг қилиниб, бир неча қозик қўқилади. Шунда қозиклар усти бир хил нишабликдаги текисликда ётган бўлади.

2. Квадрат катаклар ёрдами билан: а) берилган жойда квадратлар түри ясалади. Квадратлар түрининг ўқи лойиҳавий нишабликда бўлиши керак. Сўнгра квадрат учларига лойиҳавий отметка бўйича қозик қўқилади ёки нивелирланиб, қозикларнинг отметкалари аниқланади, аниқланган отметка билан лойиҳавий отметка орасидаги фарқ топилади, бу фарқлар нуқталардаги қазилниши (қазилмада) ёки тўкилиши (кўтармада) керак бўлган тупроқ қалинлигини кўрсатади. Бу қийматлар ўз ишораси билан тегишли қозикқа ёзилади. Шулар асосида ер ишлари бажарилади; б) агар жой нишаблиги кичик бўлса, лойиҳавий текисликни қий кўриш нури орқали жойга кўчириш мумкин. Бунинг учун юқоридаги усул билан жойда А, В, С ва D нуқталар ўрни аниқланиб, ўз отметкалари бўйича қозиклар қўқилади.



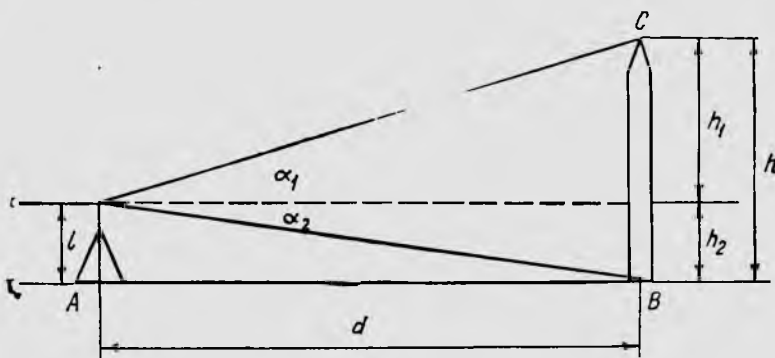
134 - шакл.

Булар асосий нуқталар бўлади (134-шакл). Кейин нивелир AB нинг ўртасига ёки бир чеккасига икки кўтаргич винти AB йўналишига параллел қилиб ўрнатилади. A ва B нуқталардаги рейкалар санои тенг бўлгунча икки кўтаргич винт буралади, сўнгра учинчи кўтаргич винтни бураб, C га қўйилган рейка санои A ва B даги саноққа келтирилади. A ва B нуқтадаги саноқлар текшириб кўрилгач, улар тенг бўлса, кўриш нури лойиҳаланган текисликка параллел ва D даги рейка санои A , B ва C лардаги

рейка саноқларига тенг бўлади. Асбобнинг шу вазиятида ихтиёрий қознққа, масалан, E га қўйилган рейкадан юқоридаги саноққа тенг саноқ олинса, қознқ лойиҳавий текисликда ётган бўлади.

Иншоот баландлигини аниқлаш. Баъзан бино, столба, мўри, минора каби иншоотларнинг баландлигини аниқлаш зарур бўлади.

Бевосита ўлчаниши қийин бўлган иншоот баландлигини қуйдагича аниқлаш мумкин. Масалан, бирор BC столбанинг баландлигини аниқлаш керак бўлсин. Бунинг учун A нуқтага теодолит-тахеометр ўрнатилади, $AB = d$ масофа камида икки марта ўлчанади. Сўнгра



135 - шакл.

асбоб трубасини столбанинг тепаси C ва таги B га йўналтириб, вертикал доира саноқлари R ва L олинади ва журналга ёзилади (135-шакл). Кейин α_1 , α_2 бурчаклар қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\alpha = \frac{R - L}{2}.$$

Шундан кейин столба баландлиги

$$h = h_1 + h_2 = d(\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha_2) = d \frac{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}{\cos\alpha_1 + \cos\alpha_2} \quad (\text{XIII.7})$$

бўлади.

Кенг жой орқали отметка анықлаш (узатиш). Тош ёки темир йўл қуришда йўлни кенг дарё ёки сой, жарлик орқали ўтказишга тўғри келади. Бунда нивелирлаш орқали нуқта отметкаларини аниқ топиш қийинлашади, чунки асбобдан рейкагача бўлган масофа ошган сари рейкадан саноқ олиш аниқлиги камаёди, шунга кўра, нисбий баландлик ноаниқ топилади. Бундай ҳолларда нивелирлаш аниқлигини камайтирмаслик учун қуйидаги усуллар қўлланилади.

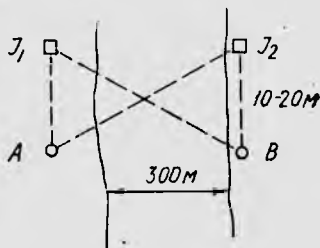
I ҳол. Агар нивелирланадиган A ва B нуқталар оралиги 300 м дан кичик бўлса, дарёнинг икки соҳили асбоб ўрнатиш учун I_1 ва I_2 (136- шакл) нуқталар тахминан $I_1A = I_2B$ ва $I_1B = I_2A$ бўладиган қилиб белгиланади. Кейин нивелирлаш A дан 1'0—20 м даги I_1 га ўрнатиб (I станция), A ва B га қўйилган икки томонлама рейканинг иккала томонидан учала ип бўйича саноқлар олинади. Бунда аввал A га, кейин эса B га қаралади.

Сўнгра, трубанинг фокусланганлигини бузмай, асбоб B дан 10 - 20 м даги I_2 нуқтага ўрнатилади-да (II станция), аввал A га, кейин эа B га қараб юқоридагидек саноқлар олинади. Иккала нивелирлашда ҳам саноқлар фарқи текширилади. Агар I станция ўрта ип саноқини a_1 ва b_1 , II станция саноқини a_2 ва b_2 десак, A ва B лар нисбий баландлиги h I станция бўйича $h_1 = a_1 - b_1$, II станция бўйича $h_2 = a_2 - b_2$ бўлади. h_1 ва h_2 лар фарқи Δh ҳар 100 м га 10 мм дан ошмаслиги, яъни

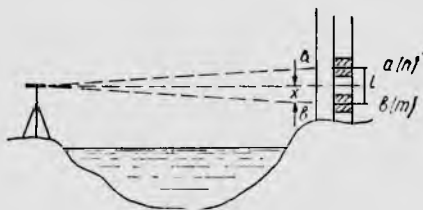
$$\Delta h \leq \frac{d}{10} \text{ мм}$$

бўлиши керак; d — A билан B орасидаги масофа, м. Нисбий баландликни аниқроқ топиш учун икки марта—эрта билан соат 9 гача ва кеч соат 4 дан кейин нивелирлаш керак.

II ҳол. Агар дарё кенглиги 300 м дан катта бўлса, юқоридагидек ишланади. Лекин масофа узоқ бўлиб, аниқ саноқ олиш мумкин бўлмаганлигидан рейкага икки қора лента — марка (137- шакл) боғланади. ўрта ип шу маркалар ўртасида бўлиши керак. Марка (лента) энч масофага қаралганда кўринадиган қилиб олинади. Масалан, кенглик 600 м бўлганда марка энч 2—5 см бўлиши керак. Аввал нивелир юқоридаги марка ўртасига қаратилади, бунда адилак пуфакчаси ўртадан n бўлак силжиди, дейлик. Кейин пастки лента ўртасига қаратилади, бунда пуфакча m бўлак сурилсин. Юқори ва пастки маркалар оралини l ўрнатишда маълум



136 - шакл,



137 - шакл.

бўлади. Қўриш нурининг горизонтал вазиятида олинадиган аниқ саноқ $b + x$ га тенг бўлади. x нинг қиймати қуйидагича топилади:

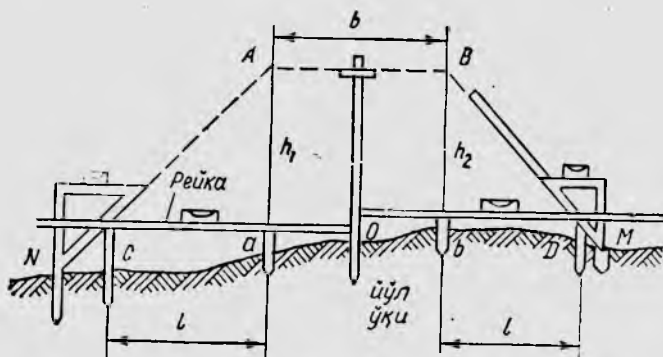
$$x = \frac{lm}{m+n}.$$

Масалан, $m = 1$, $n = 2$, $l = 60$ мм бўлса, $x = 20$ мм бўлади. Қиш мавсумида нивелирлаш дарё суви музи устида бажарилади.

92- §. Ер ишларини режалаш

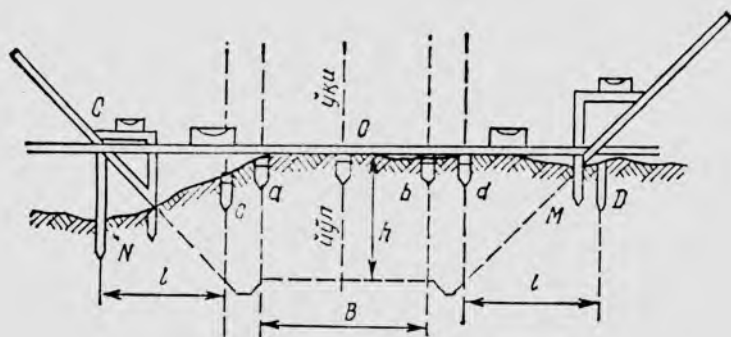
Йўл, канал каби чизигий иншоотлар қуришда лойиҳага кўра жойда қазима чуқурлиги ва кўтарма баландлигини — ер ишларини режалаш керак бўлади.

Кўтарма баландлигини белгилашда ўқий чизикдаги пикетларга вехалар қоқилади. Вехаларга кўтарма баландлигига тенг қилиб горизонтал тахтача маҳкамланган бўлади. Вехадан икки томонга (кўндалангига) кўтарманинг чети бўлган A ва B нуқталарнинг проекциялари a ва b рейка билан ўқий чизикдан ўлчаб белгиланади ва уларга қозиқ қоқилади (138- шакл). Сўнгра ab чизикни икки томонга давом эттириб, a ва b нуқталардан қияликнинг қўйилиши $l = mh$ ўлчаб қўйилади ҳамда C ва D нуқталар топилади ва уларнинг ўрнига қозиқлар қоқилади. Қияликнинг ер билан кесишган M ва N нуқталари 138-шаклда кўрсатилганидек топилади ва уларга ҳам қозиқлар қоқилади.



138 - шакл.

Қазима режалашда керакли нуқталар ер юзида қоқилган қозиқлар билан белгиланади (139- шакл). Аввал йўл ўқидаги O нуқтадан иккала томонга (кўндалангига) йўл кенглигининг ярми ўлчаб қўйилиб, a ва b нуқталар белгиланади ва улардан хандак эни ўлчаб қўйилиб, c ва d нуқталар топилади; топилган a , b , c ва d нуқталарга қозиқлар қоқилади. Кейин қияликнинг қўйилиши $l = mh$ топилади. Аниқланган l қиймати c ва d нуқталаридан икки томонга горизонтал вазиятда ўрнатилган рейка бўйича ўлчаб қўйилса, C ва D нуқ-



139 - шакл.

талар топилади. Топилган нуқталарга откосник қўйилса (139- шакл), қазимадаги қияликнинг йўналиши ҳосил бўлади, бу йўналишнинг ер юзи билан кесишган M ва N нуқталарига қозиқ қоқилади. Бу нуқталар қазиниш чегараси бўлади. Ер лойиҳадаги отеткагача қазилиб бўлгач, маълум ўлчамда ариқча қазилади.

93- §. Доиравий эгри чизикни деталь режалаш

Эгри чизик ўрнини ёй бўйича ҳар 5,10 ёки 20 м да белгилаб чиқиш бу эгри чизикни мукамал (деталь) режалаш дейилади. Жой шаронитига қараб чизик ўрни қуйидаги усулларда мукамал режаланади.

1. Тўғри бурчакли координаталар усули. Бу усулда тангенс чизиги x ўқи, эгри чизиқнинг боши эса координаталар боши сифатида қабул қилинади. Эгри чизиқ нуқталари ўрнининг ёй бўйича неча m дан белгиланишига қараб, x , y ларнинг қийматлари қуйидаги формулалар ёрдамида топилади (ёки жадвалдан олинади):

$$\begin{aligned} x_n &= R \sin n \varphi, \\ y_n &= 2R \sin^2 \frac{n\varphi}{2}, \end{aligned} \quad (\text{XIII.8})$$

бунда n — топиладиган нуқтанинг номери; φ — белгиланалган икки нуқта орасидаги ёйга тўғри келган марказий бурчак қиймати бўлиб, у қуйидаги формуладан топилади:

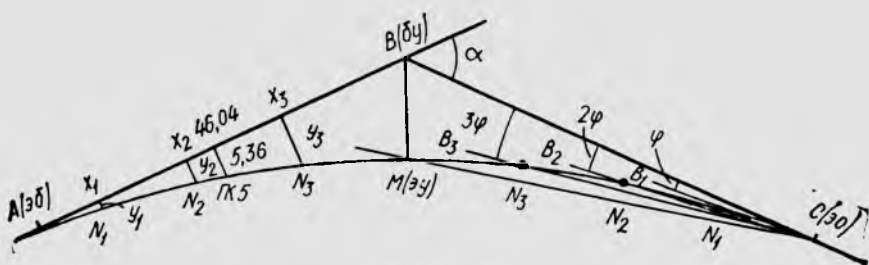
$$\varphi = \frac{180^\circ}{\pi R} \cdot k, \quad (\text{XIII.9})$$

бунда k — ёйнинг узунлиги (у 5,10 ёки 20 м га тенг).

Масалан, $p = 200$ м, $k = 20$ м дан бўлганда x, y ларнинг қий-
матлари қуйидагича бўлади:

k	20	40	60	80
x	19,97	39,73	59,10	77,88
y	1,00	3,99	8,93	15,79

Шу координаталар асосида нуқталар ўрнини белгилаш учун эгри чизиқ бошидан тангенс чизиғи йўналиши бўйича бурчак учи томон лента тортиб, $x_1 = 19,97$ м ўлчаб қўйилади (140- шаклнинг чап то-



140 - шакл.

мони), топилган нуқтада тангенсга перпендикуляр чиқарилиб, шу перпендикуляр бўйича $y_1 = 1,00$ м ўлчаб қўйилса, эгри чизиқнинг 20 м масофадаги N_1 нуқтаси топилади ва унга қозиқ қоқилади. Сўнгра, юқоридагидек, A нуқтадан $x_2 = 39,73$ м ўлчаб қўйилиб шу нуқтадан чиқарилган перпендикулярга $y_2 = 3,99$ м ўлчаб қўйилса, N_2 нуқта топилади, яна A дан $x_3 = 59,10$ м ўлчаб қўйилиб, чиқарилган перпендикулярга $y_3 = 8,93$ м қўйилса, N_3 топилади. Эгри чизиқнинг ўртасигача нуқталар белгилаб борилади. Перпендикуляр чикаришда эккерлар ишлатилади. Эгри чизиқ охиридан ҳам юқоридаги каби ишлар бажарилиб, эгри чизиқнинг ўрта нуқтасигача бўлган оралиқдаги нуқталар белгиланади.

2. Бурчак усули. Бу усул жой текис бўлмаганда қўлланилади. Даставвал, тангенс чизиғи билан ватар орасидаги бурчак φ қуйидаги формуладан топилади:

$$\sin \varphi = \frac{s}{2R}, \quad (\text{XIII.10})$$

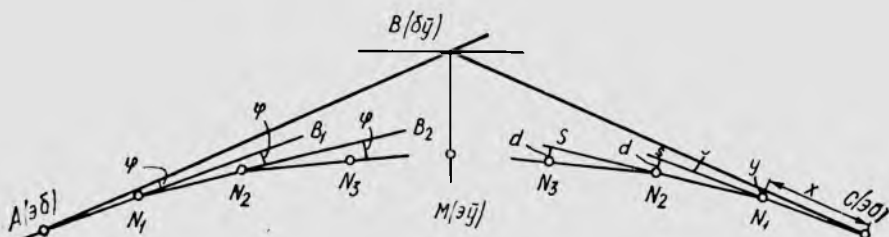
бунда s — эгри чизиқ нуқталари орасидаги ватар узунлиги ($s = 10$ ёки 20 м бўлади); R — эгри чизиқ радиуси.

Масалан, $s = 20$ м; $R = 200$ м бўлса, $\varphi = 2^\circ 51' 58''$ бўлади.

Нуқталар ўрнини белгилаш учун эгри чизиқнинг бошидаги A нуқтага ёки охиридаги C нуқтага теодолит ўрнатилиб, 1-верньер ноли лимб нолига тўғриланади-да, алидада маҳкамланади; лимб бў-

шатилиб, труба B нуқтага визирланади (140- шаклнинг ўнг томони). Лимб маҳкамланиб, алидада бўшатилиб, у чапга айлантирилади ва I верньер лимбдаги (360 — φ) саногига қўйилади. Ҳосил бўлган CB_1 йўналиш бўйича (C) нуқтадан $s = 20$ м ўлчаб қўйилса, N_1 нуқта топилади. Сўнгра алидадани бўшатиб лимбдаги 360 — 2φ саногига тўғриланади; N_1 дан тортилган лента учи (20 м) билан визирлаш чизиги CB_2 кесишган нуқта N_2 бўлади ва шу тартибда давом эттирилади.

3. Ички чизилган кўпбурчаклик усули. Бу усулда ҳам (XIII.10) формуладан φ қиймати аниқланади. Теодолит A нуқтага ўрнатилиб, I-верньер ноли лимб нолига тўғриланади ва алидада маҳкамланади. Лимб бўшатилиб, B нуқтага визирланади ва лимб маҳкамланади; алидада бўшатилиб, I-верньер φ санокқа тўғриланса, A нуқтада φ бурчак ясалган бўлади. Кейин A дан, AB , чизик бўйича s қиймати қўйилса, N_1 топилади. Сўнгра теодолит N_1 га кўчирилиб, $N_1 B_1$ чизикқа нисбатан φ бурчак ясалади ва ҳосил бўлган $N_1 B_2$ чизик бўйича N_1 дан s қиймати қўйилса, N_2 нуқтанинг ўрни топилади. Кейинги нуқталар ўрни ҳам худди шундай топилади (141- шакл чап томони).



141 - шакл.

4. Кетма-кет ватарлар усули. Бу усулда, аввало, қуйидаги формуладан оралиқ сурилма қиймати аниқланади:

$$d = \frac{s^2}{R} \quad (\text{XIII.11})$$

бунда s — ватарнинг узунлиги ($s = 10$ ёки 20 м); R — радиус.

Эгри чизикнинг биринчи нуқтаси (A_1) координаталар усули билан аниқланади, нуқтанинг координаталари қуйидаги формуладан ҳисоблаб топилиши мумкин:

$$y = \frac{d}{2}; \quad x = s - \frac{d^2}{2s},$$

масалан,

$$d = \frac{20^2}{200} = 2 \text{ м}; \quad y = 1 \text{ м}; \quad x = 20 - \frac{1}{40} = 19,98 \text{ м}.$$

Нуқталарни белгилаш учун эгри чизикнинг боши ёки охиридан тангенс чизиги бўйича x қиймати ўлчаб қўйилади, топилган нуқтадан

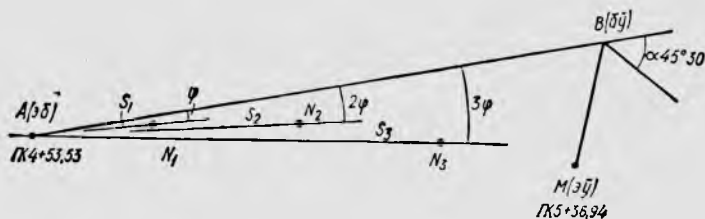
чиқарилган перпендикулярга y нинг қиймати ўлчаб қўйилса, N_1 нуқта топилади.

С N_1 чизик давомида N_1 дан s қийматини ўлчаб қўйиб, топилган s нуқтага рулетка учи маҳкамланади: сўнгра рулеткадан сурилма қиймати d белгиланади, топилган нуқта билан бир учи N_1 да ушланган s узунликдаги лентанинг иккинчи учи бирлаштирилиб, таранг тортилади, шунда N_2 нуқта ҳосил бўлади.

N_3 нуқта ҳам N_1, N_2 чизик давом эттирилиб, N_2 нуқтани белгилашдаги каби топилади (141- шакл, ўнг томони).

5. Қутбий координаталар усули. Бу усулда эгри чизикнинг боши A қутб деб, тангенс чизиги эса қутб ўқи деб қабул қилинади; қутб бурчаги φ нинг қиймати $\varphi = \frac{\rho}{R} \cdot k$ формуладан топилади (бунда k — ёйнинг узунлиги; $\rho = 206265''$; R — радиус).

A нуқтага теодолит ўрнатилиб, 1-верньер ноли лимб нолига тўғрилангач, алидада маҳкамланиб, труба B нуқтага визирланади ва лимб маҳкамланади. Кейин алидада бўшатилиб, 1-верньер φ саноғига тўғриланади; ҳосил бўлган йўналиш бўйича A нуқтадан ватар s_1 қиймати қўйилса, N_1 нуқта топилади. Эгри чизикнинг иккинчи нуқтаси N_2 ни белгилиш учун, алидада бўшатилиб, 1-верньер 2 φ саноғига тўғриланади ва ҳосил бўлган йўналиш бўйича A нуқтадан иккинчи ватар қиймати s_2 қўйилади. Учинчи нуқта N_3 ни аниқлаш учун алидада бўшатилиб, 1-верньер 3 φ саноғига тўғриланади ва ҳосил бўлган йўналиш бўйича s_3 қиймати қўйилади (142- шакл); қол



142 - шакл.

ган нуқталар ҳам шу йўл билан аниқланади. Ватарлар қиймати қўйидаги формуладан топилади:

$$s_n = 2 R \sin n \varphi. \quad (\text{XIII.12})$$

Масалан, $R = 200$ м, $k = 20$ м бўлганида $\varphi = 2^\circ 51' 53''$ бўлади.

(XIII.12) формулага кўра ҳисобланган ватар қийматлари 42- жадвалда келтирилган.

Бу усулда олдинги нуқта ўрнини топишдаги хато кейинги нуқта ўрнини аниқлашга таъсир этмайди. Жой текис бўлмаганидан ватар узунликларини қўйишда лента ўрнига авторедукцион дальномерлар ишлатиш маслаҳат кўрилади, чунки бунда бирмунча тез битади.

Нуқталар номери	Ей узунлиги, k	Бурчак қиймати, φ	Ватар қиймати, s	Эслатма
1	20	2°51'53"	19,91	
2	40	5°42'46"	39,93	
3	60	8°35'39"	59,78	
4	80	11°27'32"	79,46	
5	100	14°19'26"	98,96	
6	120	17°11'18"	118,20	
7	140	20°03'11"	137,16	
8	160	22°55'05"	155,76	

Пикетни тангенс чизигидан эгри чизикқа кўчириш. Бурчак учи, эгри чизикнинг бош ва охири нуқталарининг пикет ўринлари пикетлаш вақтида тангенс чизикларида белгиланган бўлади. Шу асосий нуқталар орасида пикет учраса, унинг ўрни ҳам тангенс чизигида белгиланади. Йўл ва канал бурилиш жойларида эгри чизик бўйича қурилганлигидан тангенс чизигида белгиланган пикет нуқталарни ҳам эгри чизикқа кўчириш зарур бўлади; бу эса пикетни тангенсдан эгри чизикқа кўчириш дейилади.

Пикетни кўчириш учун пикет нуқтанинг координаталари $x_{ПК}$ $y_{ПК}$ аниқланади. Бунинг учун, аввало, эгри чизик бошидан пикетгача бўлган масофа топилади. Бу масофа эгри чизик бўйича эгри чизикнинг боши билан пикет ораллигидаги ёй узунлиги бўлганидан $y_{ПК}$ билан белгиланади ва қуйидаги формуладан топилади:

$$K_{ПК} = ПК - ЭБ_{ПК}. \quad (XIII.13)$$

Юқоридаги мисолда (140- шакл) эгри чизикнинг боши билан бурчакнинг учи орасида 5- пикет (ПК 5) бор. (XIII.13) формулага қўра

$$K_{ПК} = (ПК\ 5 + 00,00) - (ПК\ 4 + 53,53) = 46,47\ м$$

бўлади. $K_{ПК}$ нинг қиймати билан шу ёйга тўғри келган марказий бурчак $\varphi_{ПК}$ (XIII.9) формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\varphi_{ПК} = \frac{180^\circ}{3,14 \cdot 200} \cdot 46,47 = 13^\circ 18,6';$$

энди (XIII.8) ёрдамида пикет нуқтанинг координаталари топилади

$$X_{ПК} = R \cdot \sin \varphi_{ПК} = 200 \cdot \sin 13^\circ 18,6' = 46,04\ м;$$

$$y_{ПК} = 2 R \cdot \sin^2 \frac{\varphi_{ПК}}{2} = 2 \cdot 200 \cdot \sin^2 \frac{13^\circ 18,6'}{2} = 5,36\ м.$$

$x_{ПК}$, $y_{ПК}$ лар бўйича топилган нуқта 5- пикет ўрни бўлади (140- шакл ча тизга қаранг).

Вертикал эгри чизикни режалаш. Лойиҳавий чизикни бўйламасига ўтказишда унинг бир нишаблиги i_1 дан иккинчи нишаблиги i_2 га ўтиш ерида чизик синади. Техникавий қондаларга қўра, нишаблик-

лар фарқи $\Delta i = i_1 - i_2 = 0,003$ дан катта бўлса, улар бир-бирига раён ўтиши учун, икки қўшни нишаблик ўзаро вертикал эгри чизик билан туташтирилади ва йўл ҳам шу вертикал эгри чизик бўйича қурилади. Бунинг учун аввало вертикал эгри чизик тангенс T_v қуйидаги формуладан аниқланади:

$$T_v = \frac{1}{2} R_v \Delta i, \quad (\text{XIII.14})$$

бунда R_v —вертикал эгри чизик радиуси; бу радиус йўл категориясига қараб, ҳар хил узунликда—1- ва 2- категориядаги йўлларда $R_v = 10000$ м, 3- категориядаги йўлларда $R_v = 5000$ м қилиб олинади; Δi — нишабликлар айирмаси (нишабликлар бир хил ишорада бўлганида $\Delta i = i_1 - i_2$, турли ишорада бўлганида эса $\Delta i = i_1 + i_2$ бўлади).

Вертикал эгри чизик режалаш учун синиш нуқтаси B дан (143-шакл) иккала лойиҳавий чизик бўйича T_v қиймати ўлчаб қўйилади, шунда эгри чизикнинг боши A ва охири C топилади; бу нуқталарга қозик қоқилади.



143 - шакл.

Эгри чизикни мукамал режалаш учун абсциссалар қиймати x орқали ординаталар қуйидагича ифодаланади:

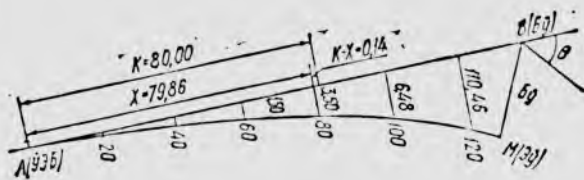
$$y = \frac{x^2}{2 R_v}$$

Абсциссалар ҳар 5 ёки 10 м дан қўйилади. T_v , x , y ларнинг қийматларини R_v ва Δi лар асосида махсус жадвалдан олиш ҳам мумкин.

Жойда вертикал эгри чизик режалаш учун унда ётувчи нуқталарнинг отметкалари H_v аниқланиши керак. Агар эгри чизик ботиқ бўлса (143-шаклга қаранг), $H_v = H_n + y$; қавариқ бўлганида эса $H_v = H_n - y$ бўлади. (H_n —лоийҳавий чизикнинг отметкаси, H_v —эгри чизикдаги нуқтанинг отметкаси.)

Топилган отметкаларга кўра, нивелир ёрдамида нуқталар баландлиги аниқланади ва шу баландликларга қозиклар қоқилади.

Нивелир бўлмаган ҳолларда эгри чизикнинг боши A ва охири C дан x қиймати ўлчаб қўйилиб, топилган нуқталардан шовун чизик бўйича y қийматлари қўйилади ва шу баландликларга қозиклар қоқиб чиқилади.



145 - шакл.

ги x , ва y , қийматлари бўйича 145-шаклдагидек мукамал режалаш иши бажарилади. Бош нуқталарнинг шкет ўринлари одатдагидек аниқланади. Агар $БУ_{ПК} = 7 + 36,50$ бўлса, $ЎЭБ_{ПК} = БЎ_{ПК} - T_y = ПК5 + 99,79$; $ЎЭО_{ПК} = ЎЭБ_{ПК} + K_y = ПК8 + 68,18$ бўлади.

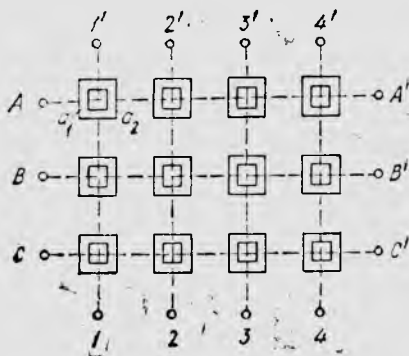
43-жадвал

R	$\theta = 30^\circ$ га яқин бўлганда						$\theta = 50^\circ$ га яқин бўлганда					
	l қиймати						l қиймати					
	40		60		80		40		60		80	
	ΔT	ΔB	ΔT	ΔB	ΔT	ΔB	ΔT	ΔB	ΔT	ΔB	ΔT	ΔB
300	20,06	0,23	30,12	0,52	40,21	0,92	20,10	0,24	30,22	0,55	40,39	0,98
400	20,04	0,17	30,09	0,39	40,17	0,69	20,08	0,18	30,17	0,41	40,30	0,73
500	20,03	0,14	30,07	0,31	40,13	0,55	20,06	0,15	30,14	0,33	40,24	0,59
600	20,03	0,11	30,07	0,26	40,11	0,46	20,05	0,12	30,12	0,28	40,20	0,49

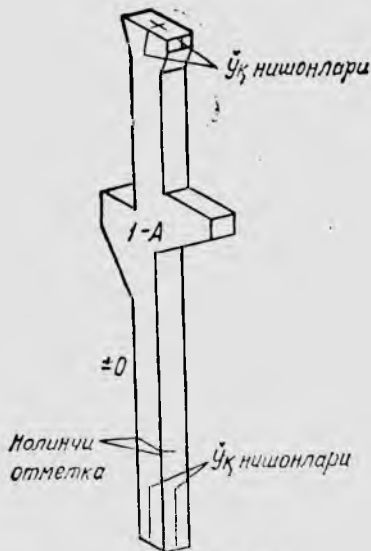
95- §. Колонналарни вертикал ўрнатиш

Пойдевор ётқизишда унинг бино ўқиға нисбатан тўғри жойланиши текшириб бориш арур. Бунинг учун илгари ўрнатишган геодезик асос нуқталаридан репер ва отметкаси аниқланган темир қозқлардан фойдаланилади, шулар асосида бино ўқлари режаланади, сўнгга колонналар ўрнатилади.

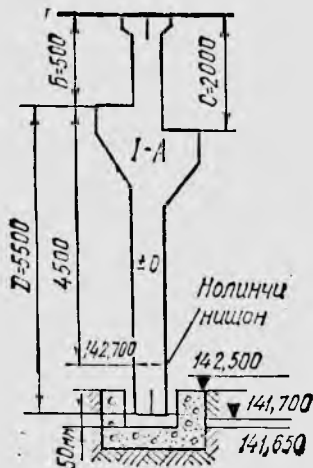
Бино бўлақларининг тўғри жойланиши колонналарнинг тўғри ўрнатилишига боғлиқ. Колоннани ўрнатишдан олдин пойдеворнинг ўқий чизиққа нисбатан вазияти текширилади. Бунинг учун, аввало, ўқлар ўрни аниқ белгиланиши карак. Ўқни белгилаш учун теодолит ўқий чизиқнинг биринчи учи А нуқтага ўрнатилади (146-шакл) ҳамда труба илгари белгиланган ва мустаҳкамланган ўқий чизиқнинг иккинчи учи А' га қаратилади, сўнгга АА' йўналишдаги барча пой-



146 - шакл.



147- шакл.



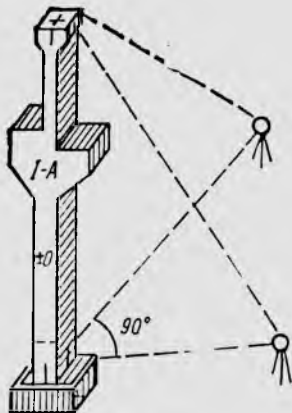
148- шакл.

деворларга $A - A'$ ўқий чизиқнинг проекцияси туширилади. Бунинг учун ҳар қайси пойдеворнинг икки четида $A - A'$ чизиқда ётувчи a_1, a_2 нуқталарга илгичка вехачалар қадалади. Кейин $a_1 - a_2$ чизиққа рейка қўйилиб, шу чизиқ орқали пойдеворнинг замин чизиғи $a_1 - a_2$ чизилади. Шундан кейин теодолит B ва C нуқталарга кўчирилиб, бу нуқталарда ҳам A нуқтасидаги каби ишлар бажарилади. Шунда ўқлар параллел йўналиш бўйича белгиланган бўлади.

Кейин теодолит бу чизиқларга перпендикуляр бўлган чизиқдаги $1, 2, \dots$ нуқталарга кўчирилиб, шу нуқталарда ҳам юқоридаги ишлар такрорланади. Ўқий чизиқларни пойдеворга чизишдан олдин бетон юзи чанг, тупроқдан тозаланиши керак. Чизиқлар яққол кўриниши учун устидан мой бўёқ юргизилади. Пойдевордаги ўқлар йўналишининг белгилловчи чизиқлар колонналарни тўғри ўрнатиш учун хизмат қилади.

Колоннанинг пастки ва устки қисмида ўқлар йўналишини нишонланган бўлади (147-шакл). Колоннани монтаж қилишда баландликларни аниқлаш учун колонна қисмларининг узунлиги, полнинг молинчи отметкаси ва колонна тепасидан полгача бўлган масофалари белгиланган бўлиши керак (148-шакл). Бу маълумотлар колоннани вертикал ўрнатишда керак бўлади.

Темир-бетон колонналар кўтариш крани билан ўрнатилади. Бунда колоннанинг учала томонидаги нишонлар пойдевордаги ўқ нишонларига тўғри келиши керак. Колоннанинг тўғри ўрнатилганлиги иккита теодолит билан текширилади. Колоннанинг вертикал вазияти оғир шовун билан текширилади (149-шакл).



149- шакл

Колоннадаги нолинчи отметка (яъни пол отметкаси) 10 — 20 см юқоридан нишонланади. Бошқа керакли нуқталар отметкаси иш жараёнида нивелир билан аниқланади.

Консолларнинг устки текислигини нивелирлашда махсус (бўлаклари 0,5 см дан бўлган) кичик рейкалар ёки оддий узун чизичлар ишлатилади. Нивелирлашдан олдин консоль юзаси тозаланади. Сўнгра қатор ўртасидаги бир колонна консолига нивелир ўрнатилиб, махсус қурилма ёрдамида шу нуқтадан туриб, керакли нуқталар баландлиги аниқланади. Келгуси ишларга асос бўлиб хизмат қилиши учун ўртадаги бирор колоннада ихтиёрий бир нуқтанинг абсолют отмет-

каси аниқланади ва нишонланади; бошқа нуқталар отметкаси шу нишон асосида топилади

96-§. Гидротехникавий қурилишларда бажариладиган геодезик ишлар

Йўл ва канал қуриш ишларида катта ёки кичик дарёларни кесиб ўтишга ва бу дарёларнинг ўзанида турли инженерлик иншоотлари барпо қилишга тўғри келади. Бундай ҳолларда дарёнинг иншоот қуриладиган жойида қуйидаги ишлар бажарилади.

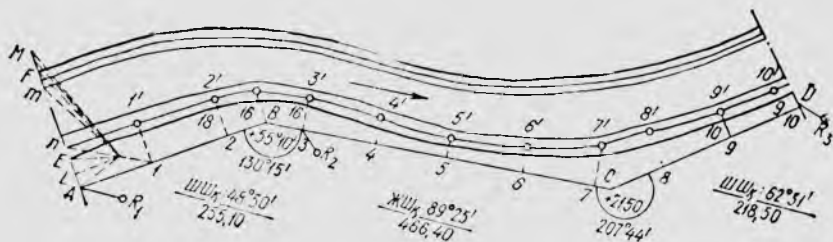
1. Дарё соҳиллари съёмка қилиниб, дарё ўзанининг плани чизилади.

2. Дарёнинг кўндаланг кесими (жонли кесими) аниқланади.

3. Дарёнинг нишаблиги аниқланади.

4. Сувнинг оқиш тезлиги ва сарфи ҳисоблаб топилади.

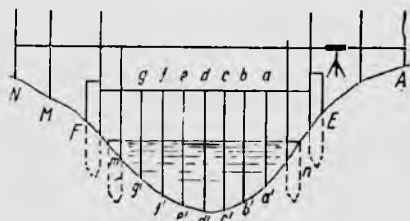
Дарё соҳилларини съёмка қилиш учун унинг иншоот қуриладиган жойидан икки томонга 500 м масофада *A* ва *D* нуқталар белгиланади. *A* нуқтадан дарё соҳили бўйлаб *ABCD* очиқ полигон (магистрал йўл) ясалади (150-шакл) ва *A* нуқтадан бошлаб пикет-



150- шакл.

лаб чиқилади. Шу пикетлаш вақтида дарё соҳилининг характерли нуқталари магистрал чизиққа нисбатан перпендикуляр усули билан съёмка қилиниб, абрислари чизилади. Бунда ўнг соҳилнинг плани чизилган бўлади. Дарёнинг кенглигини аниқлаш ва чап соҳилини планга тушириш учун дарё кенглигининг характерли (қисгайган ва торайган) жойларида унинг кўндаланг кесими съёмка қилинади. Дарёнинг кенглиги бир хил бўлганда кўндаланг кесим уч ерда (боши, ўртаси ва охирида) олинади. Пикетлаш вақтида оқимга перпендикуляр қилиб AN чизиги белгиланади ва шу чизиқдаги характерли (баланд, паст) нуқталарга ва иккала қирғоқдаги сув сатҳи четига n ва m қозиқлари қоқилади (151-шакл). Агар оқим AN чизиқ бўйича вартикал текислик билан кесишса, ҳосил бўлган ҳаракатдаги кўндаланг кесим *жонли кесим* дейилади.

Жонли кесимни съёмка қилиш учун қирғоқлардаги сув лабларидан юқорида (E ва F нуқталарга, 151-шакл) мустаҳкам қилиб иккита қозиқ қоқилади. Буларга 5 ёки 10 м дан белги қилинган трос таранг қилиб тортилади. Тросга параллел қилиб, иккинчи ёрдамчи трос тортилади. Шу тросни ушлаб, қайиқ билан E дан F нуқтага томон сузиб борилади ҳамда a, b, c, d, e, f ва g нуқталарда сув чуқурлиги ўлчанади. Дарё чуқурлиги наметка (дециметрларга бўлинган таёқ) ёки лот (оғир юк боғланган сим) ёрдами билан ўлчанади. A, L, E, F, M ва N нуқталарнинг сув сатҳидан баландлиги дарёнинг нишаблигини аниқлаш учун бажариладиган бўйлама ва кўндаланг нивелирлаш вақтида аниқланади.



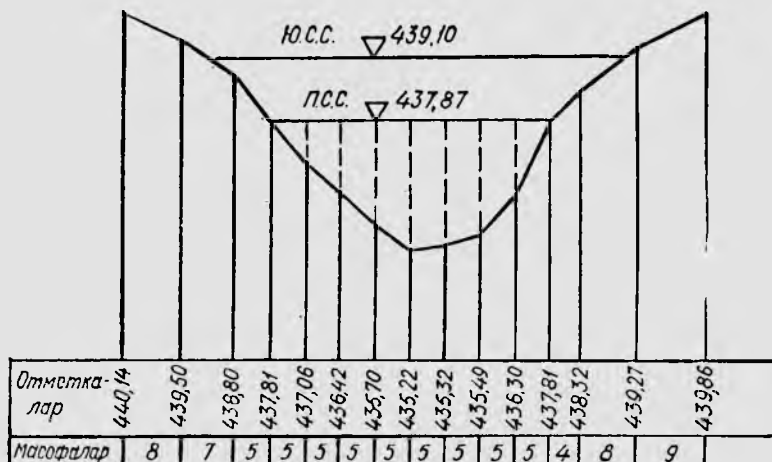
151-шакл.

Нивелирлашдан олдин (пикетлаш вақтида) кўндаланг кесим олинadиган жойларда маълум вақтда ёки келишилган бирор соатда сув сатҳига тенг қилиб қозиқлар (n ва m) қоқилади, бу қозиқлар орқали сув сатҳининг баландлиги аниқланади. Пикетлаш вақтида керакли ўринларда бир неча иш репери ҳам ўрганилади. Нивелирлаш иши, худди техникавий нивелирлашни бажаришдаги каби, икки горизонтда ёки икки томонли рейка билан бажарилади. Нивелирлаш вақтида ҳар қайси пикет тўғрисидаги сув сатҳи четига қоқилган қозиқларга қўйилган рейкалардан ҳам саноқлар олинади, чунки улардан хусусий нишабликни аниқлашда фойдаланилади.

Нивелирлаш йўли бош ва охири реперга боғланиб текширилади (реперлар бўлмаган тақдирда тўғри ва тескари нивелирлаш йўли билан текширилади).

Бунда ҳам нивелирлаш журнали тўлдирилади.

Нуқталар ва сув сатҳи отметкалари аниқланганидан кейин A, L, E, F, M, N нуқталар отметкаси бўйича жонли кесим профили чизилади (152-шакл). Профилда паст сув сатҳи ($П. С. С.$) ва юқори сув сатҳи ($Ю. С. С.$) отметкалар бўйича аниқланади ва чизилади.



162- шакл.

Кейин бош (ПКО) ва охири (ПК 10) кўндаланг кесимдаги сув сатҳи отметкалари H_0 ва H_6 бўйича дарёнинг нишаблиги аниқланади:

$$i = \frac{h}{d} = \frac{H_0 - H_6}{d} = \frac{434,82 - 437,81}{1000} = -0,003.$$

Баъзан кейинги ва олдинги пикетлар кўндаланг кесимидаги сув сатҳи отметкалари бўйича ҳар қайси пикет орасидаги хусусий нишаблик топилади:

$$i_{k1} = \frac{h'}{100} = \frac{H_{пкп} - H_{пкп-1}}{100},$$

бу ерда n — пикет номери, h' — қўшни пикетлар орасидаги сув сатҳининг нисбий баландлиги.

Масалан.

$$i_{k1} = \frac{H_{пк1} - H_{пк0}}{100} = \frac{437,548 - 437,810}{100} = \frac{-0,262}{100} = -0,0026.$$

ва ҳоказо.

Сувнинг оқиш те лиги қалқовуч (оқизоқ) ёки вертушка ёрдами билан аниқланади.

Агар кўндаланг кесимнинг барча нуқтасида сув бир хил тезликда оқса, унинг оқиш тезлигини қалқовуч (ёғоч ғўла, қалин паёра-ха ёки чўкмайдиган оғир бирор нарса) билан аниқлаш мумкин. Бунинг учун қалқовуч створдан 50 м юқорига ташланиб, створга келганда секундомер босилади, қалқовуч d масофани оқиб ўтганда секундомер тўхтатилади ва қалқовучнинг d масофани оқиб ўтган вақти

t аниқланади. Шунда сувнинг оқиш тезлиги V қуйидагича ифодаланади:

$$V = \frac{d}{t} \text{ м/сек.}$$

Тезлик вертушка ёрдамида аниқроқ топилади, бунда сувнинг оқиш тезлиги қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$V = an + b, \quad (\text{XIII. 15})$$

бунда a — тезлик коэффициенти; n — вертушканинг 1 секунддаги айланиш сони (иш жараёнида топилади);

b — вертушканинг константаси.

a , b қийматлари махсус лабораторияда вертушкани текшириш (тарировка қилиш) йўли билан аниқланади.

Вертушка ёрдамида сув тезлигини ўлчаш учун вертушкани штапга билан турли чуқурликда тутиб, n қиймати аниқланади. Масалан, Бахерев вертушкасида ҳар қўнғироқ ўртасида вертушка 20 марта айланади, икки қўнғироқ орасидаги вақтни аниқлаб, кейин бир секунддаги айланиш сони n ҳисоблаб топилади, сўнгра (XIII. 15) формула ёрдамида ҳар қайси чуқурликдаги $V_{\text{ср}}$ топилади. Ўртача тезлик, кўпинча, қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$V_{\text{ср}} = \frac{V_{0,2h} + V_{0,8h}}{2} \text{ м/сек,} \quad (\text{XIII. 16})$$

бунда h — сувнинг чуқурлиги; $V_{0,2h}$ ва $V_{0,8h}$ — тезлик ўлчанган створдаги сув чуқурлигининг 0,2 ва 0,8 нуқталарида (XIII. 15) формула ёрдамида ҳисоблаб топилган тезлиги.

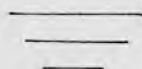
Дарёдаги сув сарфи қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Q = V_{\text{ср}} \cdot \omega, \quad (\text{XIII. 17})$$

бунда ω — жонли кесим юзи.

Баъзан, сув сатҳи отметкалари бўйича дарёнинг профили чизилади. Бунда бош ва охириги нуқталардаги сув сатҳи отметкалари бўйича умумий нишаблик профили, ҳар қайси пикетдаги сув сатҳи отметкалари бўйича эса хусусий нишаблик профили чизилади.

ИЛОВАЛАР



Шартли белгилар



Шүбәһә



Полы



Азали



Парк



Бөз



Токтор



Палтаһор



Шоһилә



Тамакһор



җамһор



Утлаһ



Утлаһ



Шүрәк



Яйла



җуһураһ



җаһу



Булһор



Сакһабул



җуһ



Горһонталлар



җаһу



Булһор



Сакһабул



җуһ



Горһонталлар



җаһу



Булһор



Сакһабул



җуһ



Горһонталлар



җаһу



Булһор



Сакһабул



җуһ



Горһонталлар



җаһу



Булһор



Сакһабул



җуһ



Горһонталлар



җаһу



Булһор



Сакһабул



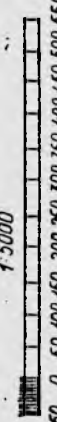
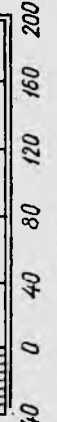
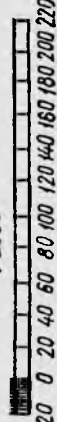
җуһ



Горһонталлар

Масштаблар

1:2000



җуһураһ:

...институты... факультетиниз

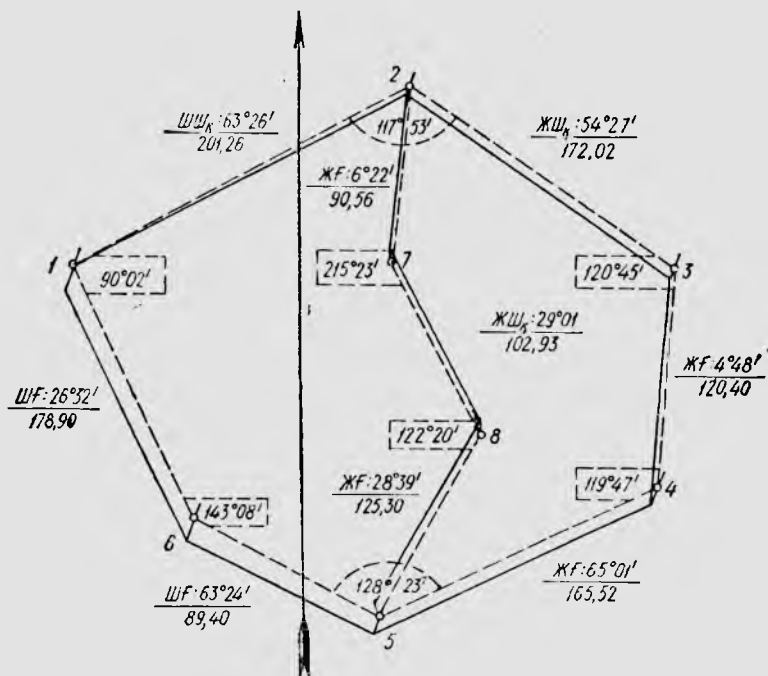
...курс... группа студенти.....

җаһула җаһула:

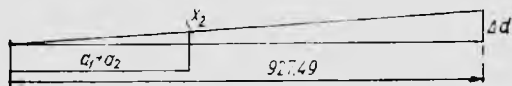
.....



2-моншорик

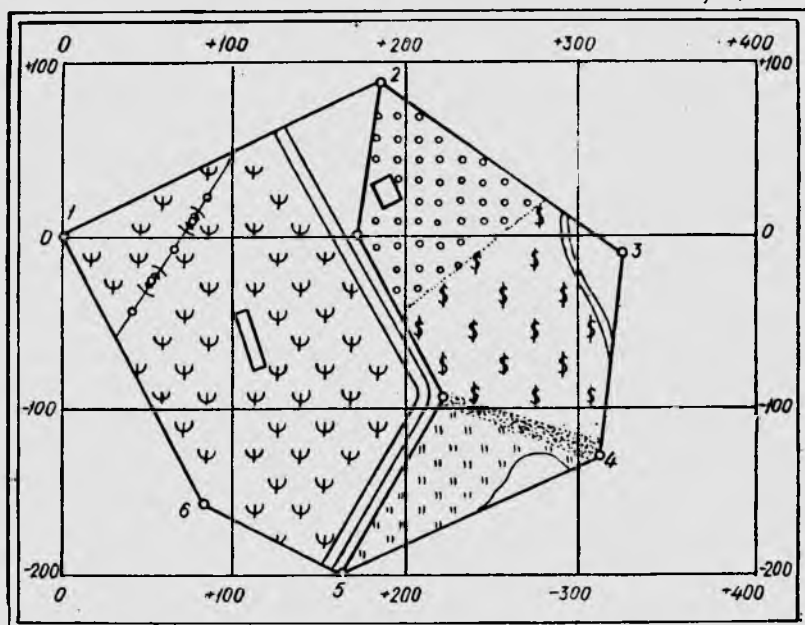


Тузатималар масштаби



Ер участкасининг плани
(Теодолит съёмкасининг плани)
 $S=59970\text{м}^2$

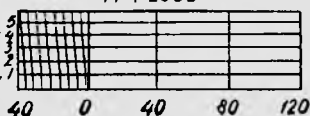
3-топишриқ



Эслатма

$M=1:2000$

Полигон шартли-
координаталар
буйича, чизилган



Чизди

..... институт..... факультетининг
..... курс..... группа студенти.....
Қабул қилди.....

Құндықтар сәйкес
тұрады

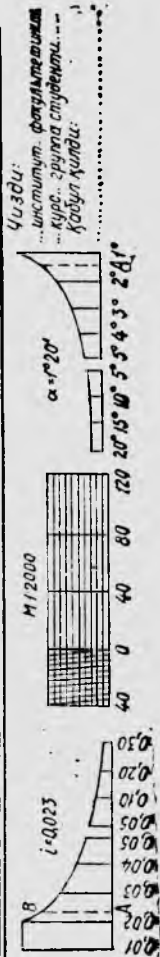
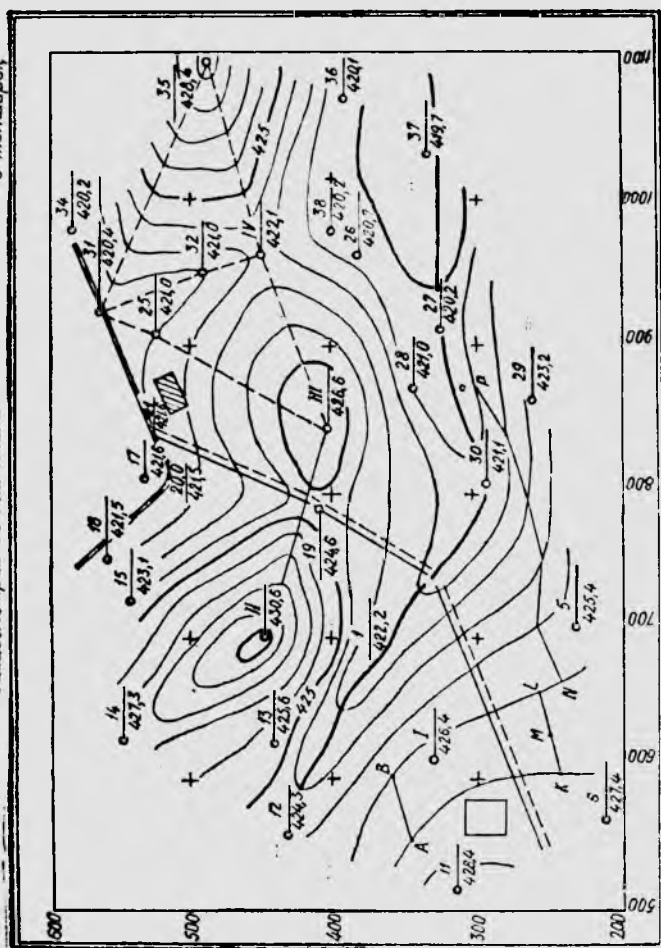
Грунт	Саз тұлпар										50-100 мм
Ситуация	Пакхазор Экинзор (шүдеор)										5 10 15
Лошад, бұл опытталар	441.00	439.80	439.05	438.60	437.40	436.26	435.00	433.80	432.60	431.40	430.18
Лошад, бұл ношад	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ер опытталар	440.41	439.39	437.46	436.04	434.83	433.59	432.36	431.12	429.88	428.64	427.40
Пасораттар	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пилеттар	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чизиз плати	0	332.79	327.9	322.7	317.4	312.1	306.8	301.5	296.2	290.9	285.6
Виктор лар	342°34'	342°34'	342°34'	342°34'	342°34'	342°34'	342°34'	342°34'	342°34'	342°34'	342°34'

Чизиз

... институти ... Факультетимиз ...

... курс ... группа студент ...

Қадау қилди



1 дан 100 гача бўлган сонларнинг квадрати, куб ва илдизлари

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$
1	1	1	1,0000	1,0000
2	4	8	1,1142	1,2599
3	9	27	1,7321	1,4422
4	16	64	2,0000	1,5874
5	25	125	2,2361	1,7100
6	36	216	2,4495	1,8171
7	49	343	2,6458	1,9129
8	64	512	2,8284	2,0000
9	81	729	3,0000	2,0801
10	100	1000	3,1623	2,1544
11	121	1331	3,3166	2,2240
12	144	1728	3,4641	2,2894
13	169	2197	3,6056	2,3513
14	196	2744	3,7417	2,4101
15	225	3375	3,8730	2,4652
16	256	4096	4,0000	2,5198
17	289	4913	4,1231	2,5713
18	324	5832	4,2426	2,6207
19	361	6859	4,3589	2,6684
20	400	8000	4,4721	2,7144
21	441	9261	4,5826	2,7589
22	484	10648	4,6904	2,8020
23	529	12167	4,7958	2,8439
24	576	13824	4,8990	2,8845
25	625	15625	5,0000	2,9240
26	676	17576	5,0990	2,9625
27	729	19683	5,1962	3,0000
28	784	21952	5,2915	3,0366
29	841	24389	5,3852	3,0723
30	900	27000	5,4772	3,1072
31	961	29791	5,5678	3,1414
32	1024	32768	5,6569	3,1748
33	1089	35937	5,7446	3,2075
34	1156	39304	5,8310	3,2396
35	1225	42875	5,9161	3,2711
36	1296	46656	6,0000	3,3199
37	1369	50653	6,0828	3,3322
38	1444	54872	6,1644	3,3620
39	1521	59319	6,2450	3,3912
40	1600	64000	6,3246	3,4200
41	1681	68921	6,4031	3,4482
42	1764	74088	6,4807	3,4760
43	1849	79597	6,5574	3,5034
44	1936	85184	6,6332	3,5303
45	2025	91125	6,7082	3,5569
46	2116	97336	6,7823	3,5830
47	2209	103823	6,8557	3,6088
48	2304	110592	6,9282	3,6342
49	2401	117649	7,0000	3,6593
50	2500	125000	7,0711	3,6840
51	2601	132651	7,1414	3,7084

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\frac{3}{1-n}$
52	2704	140608	7,2111	3,7325
53	2809	148877	7,2801	3,7563
54	2916	157464	7,3485	3,7798
55	3025	166375	7,4162	3,8030
56	3136	175616	7,4833	3,8259
57	3249	185193	7,5498	3,8485
58	3364	195112	7,6158	3,8709
59	3481	205379	7,6811	3,8930
60	3600	216000	7,7460	3,9149
61	3721	226981	7,8102	3,9365
62	3844	238328	7,8740	3,9579
63	3969	250047	7,9373	3,9791
64	4096	262144	8,0000	4,0000
65	4225	274625	8,0623	4,0207
66	4356	287496	8,1240	4,0412
67	4489	300763	8,1854	4,0615
68	4624	314432	8,2462	4,0817
69	4761	328509	8,3066	4,1016
70	4900	343000	8,3666	4,1213
71	5041	357911	8,4261	4,1408
72	5184	373248	8,4853	4,1602
73	5329	389017	8,5440	4,1793
74	5476	405224	8,6023	4,1983
75	5625	421875	8,6603	4,2172
76	5776	438976	8,7178	4,2358
77	5929	456533	8,7750	4,2543
78	6084	474552	8,8318	4,2727
79	6241	493039	8,8882	4,2908
80	6400	512000	8,9443	4,3089
81	6561	531441	9,0000	4,3267
82	6724	551368	9,0554	4,3445
83	6889	571787	9,1104	4,3621
84	7056	592704	9,1652	4,3795
85	7225	614125	9,2195	4,3968
86	7396	636056	9,2736	4,4140
87	7569	658503	9,3274	4,4310
88	7744	681472	9,3808	4,4480
89	7921	704969	9,4340	4,4647
90	8100	729000	9,4868	4,4814
91	8281	753571	9,5394	4,4979
92	8464	778688	9,5917	4,5144
93	8649	804357	9,6437	4,5307
94	8836	830584	9,6954	4,5468
95	9025	857375	9,7468	4,5629
96	9216	884736	9,7980	4,5789
97	9409	912673	9,8489	4,5947
98	9604	941192	9,8995	4,6104
99	9801	970299	9,9499	4,6261
100	10000	1000000	10,0000	4,6416

Тригонометрик функцияларнинг натурал қийматлари

α		sin	tg	ctg	cos	α	
°	'					°	'
00	00	0,00000	0,00000	~	1,00000	00	90
	30	0,00873	0,00873	114,589	0,99996	30	
01	00	0,01745	0,01745	57,290	0,99985	00	89
	30	0,02618	0,02619	38,188	0,99966	30	
02	00	0,03499	0,03492	28,636	0,99939	00	88
	30	0,04362	0,04366	22,904	0,99905	30	
03	00	0,05231	0,05241	19,081	0,99863	00	87
	30	0,06105	0,06116	16,350	0,99813	30	
04	00	0,06976	0,06993	14,301	0,99755	00	86
	30	0,07846	0,07870	12,706	0,99692	30	
05	00	0,08716	0,08749	11,4301	0,99619	00	85
	30	0,09585	0,09629	10,3854	0,99540	30	
06	00	0,10453	0,10510	9,5144	0,99452	00	84
	30	0,11320	0,11394	8,7769	0,99357	30	
07	00	0,12187	0,12278	8,1143	0,99255	00	83
	30	0,13053	0,13165	7,5958	0,99144	30	
08	00	0,13917	0,14054	7,1154	0,99027	00	82
	30	0,14781	0,14945	6,6912	0,98902	30	
09	00	0,15643	0,15838	6,3138	0,98769	00	81
	30	0,16505	0,16734	5,9758	0,98629	30	
10	00	0,17365	0,17633	5,6713	0,98481	00	80
	30	0,18224	0,18534	5,3955	0,98325	30	
11	00	0,19081	0,19438	5,1446	0,98163	00	79
	30	0,19937	0,20345	4,9152	0,97992	30	
12	00	0,20791	0,21256	4,7046	0,97815	00	78
	30	0,21644	0,22169	4,5107	0,97630	30	
13	00	0,22495	0,23087	4,3315	0,97437	00	77
	30	0,23345	0,24008	4,1653	0,97237	30	
14	00	0,24192	0,24933	4,0108	0,97030	00	76
	30	0,25038	0,25862	3,8667	0,96815	30	
15	00	0,25882	0,26795	3,7321	0,96593	00	75
	30	0,26724	0,27732	3,6059	0,96363	30	
16	00	0,27564	0,28675	3,4874	0,96126	00	74
	30	0,28402	0,29621	3,3759	0,95882	30	
17	00	0,29237	0,30573	3,2709	0,95630	00	73
	30	0,30071	0,31530	3,1716	0,95372	30	
18	00	0,30902	0,32492	3,0777	0,95106	00	72
	30	0,31730	0,33460	2,9887	0,94832	30	
19	00	0,32557	0,34433	2,9042	0,94552	00	71
	30	0,33381	0,35412	2,8239	0,94264	30	
20	00	0,34202	0,36397	2,7475	0,93969	00	70
	30	0,35021	0,37388	2,6746	0,93667	30	
21	00	0,35837	0,38386	2,6051	0,93358	00	69
	30	0,36650	0,39391	2,5386	0,93042	30	
22	00	0,37461	0,40403	2,4751	0,92718	00	68
	30	0,38268	0,41421	2,4142	0,92388	30	
23	00	0,39073	0,42447	2,3559	0,92050	00	67
	30	0,39875	0,43481	2,2998	0,91706	30	
24	00	0,40674	0,44523	2,2460	0,91355	00	66
	30	0,41469	0,45573	2,1943	0,90996	30	
0		cos	ctg	tg	sin	0	

°		sin	lg	ctg	cos	°	
α						α	
25	00	0,42262	0,16631	2,1445	0,90631	00	65
	30	0,43051	0,47698	2,0965	0,90259	30	
26	00	0,43837	0,48773	2,0503	0,89879	00	64
	30	0,44620	0,19858	2,0057	0,89493	30	
27	00	0,45399	0,50953	1,9626	0,89191	00	63
	30	0,46175	0,52057	1,9210	0,88701	30	
28	00	0,46947	0,53171	1,8807	0,88695	00	62
	30	0,47716	0,54296	1,8418	0,88782	30	
29	00	0,48121	0,55431	1,8040	0,887462	00	61
	30	0,49242	0,56577	1,7675	0,887035	30	
30	00	0,50000	0,57735	1,7321	0,886603	00	60
	30	0,50751	0,58904	1,6977	0,886163	30	
31	00	0,51504	0,60086	1,6643	0,885717	00	59
	30	0,52250	0,61280	1,6319	0,885264	30	
32	00	0,52993	0,62487	1,6003	0,884805	00	58
	30	0,53730	0,63707	1,5697	0,884339	30	
33	00	0,54464	0,64941	1,5399	0,883867	00	57
	30	0,55194	0,66189	1,5108	0,883389	30	
34	00	0,55919	0,67451	1,4826	0,882904	00	56
	30	0,56641	0,68728	1,4550	0,882413	30	
35	00	0,57358	0,70021	1,4281	0,881915	00	55
	30	0,58070	0,71329	1,4019	0,881412	30	
36	00	0,58779	0,72654	1,3764	0,880902	00	54
	30	0,59482	0,73996	1,3514	0,880386	30	
37	00	0,60182	0,75355	1,3270	0,79864	00	53
	30	0,60876	0,76733	1,3032	0,79335	30	
38	00	0,61566	0,78129	1,2799	0,78861	00	52
	30	0,62251	0,79544	1,2572	0,78261	30	
39	00	0,62932	0,80978	1,2349	0,77715	00	51
	30	0,63608	0,82431	1,2131	0,77162	30	
40	00	0,64279	0,83910	1,1917	0,76604	00	50
	30	0,64945	0,85408	1,1708	0,76041	30	
41	00	0,65606	0,86929	1,1504	0,75471	00	49
	30	0,66262	0,88473	1,1303	0,74896	30	
42	00	0,66913	0,90040	1,1106	0,74314	00	48
	30	0,67559	0,91633	1,0913	0,73728	30	
43	00	0,68200	0,93252	1,0724	0,73135	00	47
	30	0,68835	0,94896	1,0538	0,72537	30	
44	00	0,69466	0,96569	1,0355	0,71934	00	46
	30	0,70091	0,98270	1,0176	0,71325	30	
45	00	0,70711	1,00000	1,0000	0,70711	00	45
0	'	cos	ctg	tg	sin	'	0

Чизиқ қиялигини бурчак ва нишабда ифдалаш жадвали

(α—қиялик бурчаги, i—чизиқ нишаби)

α		i	α		i	i	α		i	α	
o	i		o	i			o	i		o	i
00	01	0,0003	01	30	0,0262	0,001	00	03,5	0,020	01	08,7
	05	15		45	305	2		06,9	30		43,1
	10	29	02	00	349	4		13,8	40	02	17,5
	15	44		30	436	6		20,6	50		52,0
	20	58	03	00	523	8		27,5	60	03	26,4
	25	75		30	610	10		34,4	70		00,8
	30	87	04	00	698	12		41,2	80	04	35,3
	35	0,0102		30	785	14		48,1	90		09,8
	40	116	05	00	872	16		55,0	100	05	44,3
	45	131	06	00	1042	18	01	01,9			
	50	145	07	00	1219						
	55	160	08	00	1392						
	00	175	09	00	1564						
	15	218	10	00	1736						

4-ИЛОВА

Кичик бурчак tg ва ctg ларининг қиймати

α		tgα	ctgα	α		tgα	ctgα
o	i			o	i		
00	01	0,0000048	206264,8	04	30	0,001307	763,9
	2	97	103132,4		40	1356	736,7
	3	0,0000145	68754,9		50	1404	711,3
	4	194	51566,2		00	1454	687,5
	5	242	41253,0		10	1503	665,0
	10	0,000043	20626,5	05	20	1551	644,6
	15	72	13751,0		30	1600	625,0
	20	97	10313,2		40	1648	606,7
	25	121	8250,6		50	1697	589,3
	30	145	6875,5	06	00	1745	573,0
	35	169	5893,3		10	1794	557,47
	40	194	5156,6		20	1842	542,80
	45	218	4583,7		30	1890	528,88
	50	242	4125,3		40	1939	515,66
01	55	266	3750,3		50	1987	503,08
	00	291	3447,7	07	00	2036	491,11
	10	339	2946,6		10	2084	479,68
	20	387	2578,3		20	2130	468,78
	30	436	2291,8		30	2181	458,37
02	40	484	2062,6	08	40	2230	448,40
	50	533	1875,1		50	2278	438,86
	00	582	1718,9		00	2327	429,72
	10	629	1586,7		10	2375	420,95
	20	678	1473,3		20	2423	412,53
	30	726	1375,1		30	2472	404,44
	40	775	1289,2		40	2520	396,66

03	50	823	1213,3	09	50	2569	389,18
	00	872	1145,9		00	2618	381,97
	10	0,000920	1085,6		10	2666	375,03
	20	968	1031,3		20	2715	368,33
	30	0,001017	982,2		30	2763	361,87
04	40	1065	937,6	10	40	2812	355,63
	50	1113	896,8		50	2860	349,60
	00	1162	859,4		00	2909	343,77
	10	1210	825,1				
	20	1259	793,3				

5- ИЛОВА

Баъзи тригонометрик формулалар

$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1; \operatorname{tg}\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}; \operatorname{ctg}\alpha = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha};$$

$$\operatorname{seca} = \frac{1}{\cos\alpha}; \operatorname{coseca} = \frac{1}{\sin\alpha}; \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{ctg}\alpha = 1;$$

$$\operatorname{seca} \cdot \cos\alpha = 1; \operatorname{coseca} \cdot \sin\alpha = 1; \sec^2\alpha = 1 + \operatorname{tg}^2\alpha;$$

$$\operatorname{cosec}^2\alpha = 1 + \operatorname{ctg}^2\alpha;$$

$$\sin\alpha = \frac{1}{\operatorname{coseca}} = \sqrt{1 - \cos^2\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2\alpha}} = \frac{\sqrt{\sec^2\alpha - 1}}{\sec\alpha} = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\alpha}};$$

$$\cos\alpha = \frac{1}{\operatorname{seca}} = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\alpha}} = \frac{\operatorname{ctg}\alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2\alpha}} = \frac{\sqrt{\operatorname{cosec}^2\alpha - 1}}{\operatorname{coseca}};$$

$$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha \cdot \cos\alpha = \frac{2\operatorname{tg}\alpha}{1 + \operatorname{tg}^2\alpha} = \frac{2\operatorname{ctg}\alpha}{1 + \operatorname{ctg}^2\alpha} = \frac{2}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{ctg}\alpha};$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha = 1 - 2\sin^2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1 = \frac{1 - \operatorname{tg}^2\alpha}{1 + \operatorname{tg}^2\alpha} = \frac{\operatorname{ctg}^2\alpha - 1}{\operatorname{ctg}^2\alpha + 1};$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2\operatorname{tg}\alpha}{1 - \operatorname{tg}^2\alpha} = \frac{2\operatorname{ctg}\alpha}{\operatorname{ctg}^2\alpha - 1} = \frac{2}{\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha};$$

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha \cos\beta \pm \cos\alpha \sin\beta;$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha \cos\beta \pm \sin\alpha \sin\beta;$$

$$\operatorname{tg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{tg}\alpha \pm \operatorname{tg}\beta}{1 \pm \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\beta};$$

$$\sin\alpha + \sin\beta = 2\sin\frac{\alpha+\beta}{2} \cdot \cos\frac{\alpha-\beta}{2}; \quad 1 - \cos\alpha = 2\sin^2\frac{\alpha}{2};$$

$$\sin\alpha - \sin\beta = 2\cos\frac{\alpha+\beta}{2} \cdot \sin\frac{\alpha-\beta}{2};$$

$$\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\frac{\alpha+\beta}{2} \cdot \cos\frac{\alpha-\beta}{2};$$

$$\cos\alpha - \cos\beta = -2\sin\frac{\alpha+\beta}{2} \sin\frac{\alpha-\beta}{2} = 2\sin\frac{\alpha+\beta}{2} \cdot \sin\frac{\beta-\alpha}{2};$$

$$\operatorname{tg}\alpha \pm \operatorname{tg}\beta = \frac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\cos\alpha \cdot \cos\beta}.$$

Чорақларда функциялар ишораси

Функциялар	α				$\alpha - 90^\circ$ бўлиганда			
	$0^\circ - 90^\circ$	$90^\circ - 180^\circ$	$180^\circ - 270^\circ$	$270^\circ - 360^\circ$	$\pm \alpha$	$90^\circ + \alpha$	$180^\circ + \alpha$	$270^\circ + \alpha$
$\sin \alpha$	+	+	-	-	$\pm \sin \alpha$	$+\cos \alpha$	$\pm \sin \alpha$	$-\cos \alpha$
$\cos \alpha$	+	-	-	+	$\pm \cos \alpha$	$\pm \sin \alpha$	$-\cos \alpha$	$\pm \sin \alpha$
$\operatorname{tg} \alpha$	+	-	+	-	$\pm \operatorname{tg} \alpha$	$\pm \operatorname{ctg} \alpha$	$\pm \operatorname{tg} \alpha$	$\pm \operatorname{ctg} \alpha$
$\operatorname{ctg} \alpha$	+	-	+	-	$\pm \operatorname{ctg} \alpha$	$\pm \operatorname{tg} \alpha$	$\pm \operatorname{ctg} \alpha$	$\pm \operatorname{tg} \alpha$

7- ИЛОВА

Дефференциаллаш формуллари

(a ўзгармас миқдор, x, y, ... — ўзгаришлик миқдорлар)

1. $da = 0$.

11. $da^x = a^x \ln a dx$

2. $d(ax) = a dx$.

12. $d \ln x = \frac{dx}{x}$.

3. $d(x+y+\dots) = dx + dy + \dots$

13. $d^a \lg x = \frac{1}{\ln a} \cdot \frac{dx}{x}$.

4. $d(xy) = x dy + y dx$.

14. $d \sin x = \cos x dx$

5. $d(xyz) = \left(\frac{dx}{x} + \frac{dy}{y} + \frac{dz}{z} \right) xyz$.

15. $d \frac{1}{\sin} = -\frac{\cos x dx}{\sin^2 x}$.

6. $d \frac{x}{y} = \frac{y dx - x dy}{y^2}$.

16. $d \cos x = -\sin x dx$.

7. $d(x^m) = m x^{m-1} dx$.

17. $d \frac{1}{\cos x} = \frac{\sin x dx}{\cos^2 x}$.

8. $d \sqrt{x} = \frac{dx}{2\sqrt{x}}$.

18. $d \operatorname{tg} x = \frac{dx}{\cos^2 x}$.

9. $d \frac{1}{x} = -\frac{dx}{x^2}$.

19. $d \operatorname{ctg} x = -\frac{dx}{\sin^2 x}$.

10. $de^x = e^x dx$.

8- ИЛОВА

Баъзи константалар

Константа	Қиймати	Константа	Қиймати
π	3,14160	$180:\pi = \rho^\circ$	57,296
π^2	9,86960	ρ'	3437,7
$1:\pi$	0,31831	ρ''	206265
$\sqrt{\pi}$	1,7726	$1:\rho^\circ$	0,017453
$\sqrt[3]{\pi}$	1,4616	$1:\rho'$	0,00029089
$1:\pi^2$	0,10132	$1:\rho''$	0,00000485
$\pi:180$	0,017453		

Адабият

1. Бурмистров Г. А. Задачник по способу наименьших квадратов. М., Геодезиздат, 1960.
2. Введенский В. П. Разбивка сооружений. М., Стройиздат, 1948.
3. Видуев Н. Г. и др. Геодезические разбивочные работы. Киев, 1952.
4. Видуев Н. Г. и др. Геодезические работы на строительной площадке. М., Геодезиздат, 1959.
5. Гацъцин В. Н. и др. Практикум по геодезии. М., Недра, 1954.
6. Гержула Б. Н. Геодезия в промышленном строительстве. М., Геодезиздат, 1957.
7. Гиршберг М. А. Геодезия, М., 1967.
8. Глотов Г. Ф. Геодезия в строительстве, М., Геодезиздат, 1958.
9. Даниленко Т. С. Организация и производство геодезических работ при крупном строительстве, М., 1975.
10. Дитц О. Г. Геодезия для гидротехников, ч. 1. М.-Л, 1935.
11. Егорова Т. М. Топографическое черчение М., Геодезиздат, 1962.
12. Кемпиц Ю. В. Теория ошибок измерения. М., 1967.
13. Колосов Б. А. Расчетно-графические работы по геодезии. М., Высшая школа, 1964.
14. Краткий топографо-геодезический словарь. М., 1973.
15. Кузьмин Б. С. Основы теории ошибок измерений. М., Воениздат, 1946.
16. Купчинов И. И. Геодезия при крупном промышленном строительстве. М., 1957.
17. Ларченко Е. Г. Техника высчислений. М., Геодезиздат, 1962.
18. Лебедев Н. Н. Инженерная геодезия. Ч. 6. Геодезиздат, 1959.
19. Левчук Г. П. Инженерная геодезия, ч. 2—3. М., Геодезиздат, 1954.
20. Ливанов М. М. Геодезия в строительстве, М., 1963.
21. Лютиц А. Ф. Инженерная геодезия. Новосибирск, 1967.
22. Лютиц А. Ф. Геодезия в железнодорожном деле. М., Геодезиздат, 1962.
23. Маслов А. В. и др. Геодезия, ч. 1 и 2. М., Геодезиздат, 1978.
24. Маслов М. И. Руководство и таблицы по номенклатуре топографических карт и планов. Т., Стеклографическое издание, 1941.
25. Модрицкий П. Н. Геодезия. Л., Гидрометиздат, 1954.
26. Модрицкий Н. М. Практикум по геодезии. М., 1973.
27. Норхужаев К. Н. Беруний ва унинг геодезияга онд ишлари Т. Фап, 1973.
28. Нарходжаев К. Н. Составление плана по координатам. Т., 1972.
29. Нарходжаев К. Н. Составление плана тахеометрической съёмки Т., 1971.
30. Сироткин М. П. Справочник по геодезии или строителей Т. 9. 1975.
31. Фаренбрух Н. К. Геодезия в строительстве. М., 1962.
32. Филахтов М. Л. Простейшие геодезические работы при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. Харьков, 1962.
33. Хренов Л. С. Пятизначные таблицы тригонометрических функций М., Госиздат технико-теоретической литературы. М., 1966.
34. Хейфец В. С., Данилевич Б. Б. Практикум по инженерской геодезии. М., 1973.
35. Шилов П. И., Фёдоров В. М. Инженерная геодезия и аэрогеодезия. М., 1971.
36. Шилов П. И. Способ наименьших квадратов. Сельхозиздат, М., 1936.
37. Чижмаков А. Ф. Геодезия, М., Высшая школа, 1964.

Иккинчи нашрига сўз боши	3
------------------------------------	---

I б о б. Кириш

1-§. Умумий маълумот	5
--------------------------------	---

II б о б. Топография чизмачилиги

2-§. Графикавий ишларни бажариш асбоблари	9
3-§. Нусха кўчириш	13
4-§. Масштаблар	14
5-§. Шартли белгилар	18

III б о б. Ўлчаш ва ҳисоблаш

6-§. Ўлчаш	19
7-§. Тақрибий сонлар	20
8-§. Қичик бурчак тригонометрик функцияларининг қиймати	23
9-§. Бурчак ўлчаш бирликлари	24
10-§. Ўлчаш хатолари	25
11-§. Эҳтимоллик назариясидан қисқача маълумот	27
12-§. Ўлчаш аниқлигини баҳолаш	28
13-§. Функциялар хатоси	30
14-§. Ўлчаш натижаларининг вазни	31

IV б о б. Горизонтал съёмка

15-§. Съёмка асослари	43
16-§. Бурчак ўлчаш съёмкасини бажариш	44
17-§. Жойда чизик олиш ва ўлчаш	45
18-§. Томонлари йўналишини аниқлаш (чизикларни ориентирлаш)	48
19-§. Буссоллар	51
20-§. Ички бурчаклар орқали томонларнинг дирекцион бурчакларини ҳисоблаш	53
21-§. Теодолит ва унинг бўлаклари	53
22-§. Теодолитни текшириш ва юстирова қилиш	58
23-§. Оптикий теодолитлар	60
24-§. Теодолит билан горизонтал бурчак ўлчаш	62
25-§. Теодолит съёмкасининг усуллари	65
26-§. Теодолит съёмкасининг камерал ишлари	67
27-§. Қия чизикнинг горизонтал қўйилишини аниқлаш	69
28-§. Бевосита ўлчашни қийин бўлган томон узунлигини аниқлаш	71
29-§. Бош томон йўналишини (ҳақиқий азимутини) аниқлаш	71
30-§. Румблар ведомостини тўлдириш	71
31-§. Румблар бўйича план чизиш. Ёпиқ полигон планини чизиш	77
32-§. Координаталар ва уларни аниқлаш	81
33-§. Тўғри ва тескари геодезик масалалар	82
34-§. Ёпиқ полигонда координата орттирмаларини тенглаш	85
35-§. Орттирмалардаги йўл кўярлимас хатонини аниқлаш	88
36-§. Полигон учларининг координаталарини ҳисоблаш	89
37-§. Очик полигонда координата орттирмаларини тенглаш	91
38-§. Координаталар асосида полигон чизиш	94
39-§. Ситуацияларни планга тушириш	94
40-§. Полигон юзини аниқлаш	96

41-§. Боғлашдаги ҳоллар ва ҳисоблаш тартиби	103
---	-----

VI боб. Вертикал съёмка

42-§. Жойда нуқталар баландлигини аниқлаш	109
43-§. Геометрик нивелирлаш	110
44-§. Нивелирлар ва уларнинг турлари	111
45-§. Нивелир рейкалари	112
46-§. НВ-1 нивелири ва уни текшириш	113
47-§. Геометрик нивелирлашнинг бажариш	116
48-§. Эгри чизиклар ва уларни режалаш	121
49-§. Нивелирлашнинг камерал ишлари	125
50-§. Бўйлама профиль чизиш	133
51-§. Тўғри ва эгри чизик планини чизиш	140
52-§. Трасса планини чизиш	145
53-§. Қўндалаш профиль чизиш	146

VII боб. Юзаларни нивелирлаш

54-§. Рельеф ва уни тасвирлаш	148
55-§. Юза нивелирлаш усуллари	150
56-§. Бурчак учлари отметкаларини аниқлаш	153
57-§. Отметкалар бўйича горизонталлар ўтказиш	157
58-§. Лойнавий отметкаларни аниқлаш	161
59-§. Иш отметкаларини аниқлаш	162

VIII боб. Тахеометрик съёмка

60-§. Тахеометрик съёмканинг моҳияти	163
61-§. Дальномер ва у билан масофа ўлчаш	164
62-§. Вертикал доираи ва вертикал бурчакни ўлчаш	165
63-§. Тригонометрик нивелирлаш	167
64-§. Тахеометрик съёмкани бажариш	168
65-§. Тахеометрик съёмка журналини тўлдирish	170
66-§. Станциялар баландлигини тенглаш ва уларнинг отметкаларини аниқлаш	176
67-§. Тахеометрик йўл бурчакларини тенглаш	178
68-§. Тахеометрик съёмка планини чизиш	179
69-§. Бурчак масштаби ясаиш	181
70-§. Нисбаблик масштаби ясаиш	182
71-§. Горизонталли планда масалалар ечиш	183
72-§. Автомат тахеометрлар	185

IX боб. Мензулавий съёмка

73-§. Мензулавий съёмка ва унинг моҳияти	185
74-§. Мензула ва кингегелини текшириш	186
75-§. Мензулавий съёмкани бажариш	190

X боб. Барометрик нивелирлаш

76-§. Барометрик нивелирлаш асослари	198
77-§. Баландликларнинг барометрик босқичлари жадвали	199
78-§. Тахминий баландликлар жадвали (35-жадвал)	201
79-§. Барометрик нивелирлаш журналини тўлдирish (36-жадвал)	201

XI боб. Топографик қарталар номенклатураси

80-§. Карта ва унинг номенклатураси	209
81-§. Нуқтанинг географик координаталарига кўра карта ва план варақларининг номенклатурасини аналитикавий усул билан аниқлаш	215
82-§. Ясси тўғри бурчакли координаталар	223
83-§. Километрлар түри	224

XII б о б. Аэрофототопография ҳақида тушунча

84-§. Умумий маълумот	226
85-§. Аэросъёмкада геодезик ишлар	228
86-§. Стереоскопда ишлаш	229
87-§. Суратлар бўйича нисбий баландликни аниқлаш	230

XIII б о б. Қурилиш майдонида бажариладиган режалаш ишлари

88-§. Умумий тушунчалар	231
89-§. Қурилиш түри	232
90-§. Лойиҳани жойга кўчириш	234
91-§. Лойиҳавий отметкаларни жойга кўчириш	243
92-§. Ер ишларини режалаш	250
93-§. Доиравий эгри чизиқ режалаш	251
94-§. Утиш эгри чизиги	257
95-§. Колонналарни вертикал ўрнатиш	258
96-§. Гидротехникавий қурилишларда бажариладиган геодезик ишлар	260
Иловалар	264
Адабиёт	277

На узбекском языке

КАДИР НАРХОДЖАЕВИЧ НАРХОДЖАЕВ

ПРАКТИКУМ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ

*Учебное пособие для студентов
технических ВУЗов*

2-е Издание, переработанное и дополненное

Издательство «Ўқитувчи»—Ташкент 1976

Муҳаррир **А. Тўраонов**
Бадий муҳаррир **Е. Соич**
Техн. муҳаррир **О. Чигрєва**
Корректор **М. Орифқўжаєва**

Теринга берилди 22/IV 1976 й. Босинга рухсат этилди 7/IX-1976 й. Қотоз № 3 60×90¹/₁₆. Физ. б. л. 17,5. Нашр. л. 19,91. Тиражи 10000. РҚ—9627. «Ўқитувчи» нашриети. Тошкент. Ўн июл кўчаси, 30. Шартнома 28-76. Баҳоси 70 т. Муқоваси 10т.

ЎзССР Министрлар Советининг нашриётлар, полиграфия ва китоб савдоси ишлари Давлат комитетининг Тошкент полиграфия комбинатида терилиб, 1- босмахонасида босилди. Тошкент, Ҳамза кўчаси, 21. 1976 й. Зак № 147

Набрийо на ташполиграфкомбинате Государственного Комитета Совета Министров УзССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Отпечатано в типографии № 1, Ташкент, ул. Хамзы, 21.