

Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігі

Т.Қалыбеков., Е.Д.Мейірбеков

ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ПРАКТИКУМ

Геология мамандығында оқитын колледж
студенттеріне арналған оқу құралы

Алматы 2010

ӘОЖ 528.3.(075.8)

Қалыбеков Т., Мейірбеков Е.Д. Геодезиялық практикум: Оқу құралы– Алматы

Оқу құралында геодезия пәнінің зертханалық жұмыстары туралы негізгі мәліметтер және оларды орындау үшін жалпы нұсқаулар берілген. Кітапта топографиялық карталармен және пландармен жұмыс істеу, бұрыштарды, ара қашықтықтарды, биікайырымдарды өлшеу қарастырылған, сонымен қатар топографиялық түсірістің планын, нивелирлеудің профилін құру, геологиялық барлау барысындағы және өнеркәсіп алаңдарындағы инженерлік-геодезиялық есептер туралы мысалдар келтірілген.

Практикум «Геология» саласы мамандықтарында оқитын колледж студенттеріне арналған, сонымен қатар геодезияны оқып-үйренгісі келетін басқа да оқырмандар үшін пайдалы бола алады.

Пікір жазғандар: Байгурин Ж.Д. т.ғ.д. профессор, Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университетінің “Маркшейдерлік іс және геодезия” кафедрасының меңгерушісі;
Нұрпеисова М.Б., т.ғ.д. профессор;
Рысбеков Қ.Б. т.ғ.к., доцент.

ISBN

АЛҒЫ СӨЗ

Бұл практикум колледж студенттері оқитын «Геодезия» пәнінің оқу бағдарламасына сәйкес жазылған. Практикум оқу бағдарламасының тиісті бөлімдерін жан жақты қамтиды, студенттердің зертханалық және есептік-сызба жұмыстарын орындау барысында оқу құралы ретінде пайдаланылады.

Зертханалық сабақты өткізуге арналған материалды баяндаудың алдында тапсырма берілген, ол оқу процесіне байланысты толық көлемде немесе ішінара орындалады. Кітаптағы тапсырмалар жиынтығы әртүрлі мамандар дайындайтын колледж оқу орындарында геодезия пәнін оқып үйренудің өзгешеліктері мен ерекшеліктерін ескеруге мүмкіндік береді. Келесі тапсырманың әр қайсысын орындау, өткен сабақтағы тапсырманың материалдарын жүйелі түрде пайдалануды қажет етеді. Түсірістерді жүргізу нәтижесінде нүктелердің координаталарын есептеу ведомостылары өнеркәсіп алаңындағы құрылыс учаскесінің планын жасаған кезде пайдаланылады, ал планды ғимараттың негізгі өсін жергілікті жерге шығару жобасын жасау үшін қолданады және т.с.с. Осылайша құрастырылған тапсырма студенттердің геодезиялық жұмыстардың жалпы технологиясын ойдағыдай ұғынуына мүмкіндік туады.

Практикумда геодезиялық аспаптардың құрылысына, тексерулеріне және жөндеулеріне елеулі көңіл аударылған, мұның өзі колледжіде оқитын студенттердің келешекте білікті маман болып шығуына едәуір септігін тигізеді.

Практикумдағы келтірілген мысалдар мен есептер, олардың шешу әдістері және аз көлемдегі есептеулерге арналуы студенттердің сабақтағы өтетін материалды толыққанды меңгеруге мүмкіндігі болсын деген мақсатты көздеді.

Оқу құралында сабақты өткізуді ұйымдастыру жағына айтарлықтай көңіл аударылған. Осы мақсатқа сай тапсырманың басында зертханалық жұмыстарды жүргізуге қажетті аспаптар мен құралдардың келтірілген тізімі студенттердің сабаққа мұқият дайындалуына мүмкіндік туғызады.

Осы оқу құралын одан әрі жақсарту мақсатында олқы тұстарын айтып сын-ескертпе жасаған оқырмандарға алдын ала алғысымызды білдіреміз.

Авторлар

1. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӨЛШЕУЛЕР МЕН ЕСЕПТЕУЛЕР ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР

1.1. Зертханалық және есептік-сызба жұмыстары

Зертханалық және есептік-сызба жұмыстары студенттердің теориялық білімін бекіту, оқылатын материалды практикалық жағынан тереңдетіп оқып білу, сонымен қатар геодезиялық аспаптармен жұмыс істеу әдістері мен тәсілдерін меңгеру және геодезиялық далалық жұмыстардың нәтижелерін өңдеуге арналған. Зертханалық және есептік-сызба жұмыстардың негізгі мақсаты студенттердің алған теориялық білімін ұтымды қолданып, геодезиялық жұмыстардың түрлерін өз бетімен орындау болып табылады.

Әрбір зертханалық сабаққа дайындық керек. Дайындықты оқулық немесе дәріс конспектісі бойынша тиісті тарауды оқудан бастайды. Осы кезде алға қойылған сұрақтың мәніне ерекше көңіл аудару қажет. Одан кейін практикумдағы тапсырманың кіріспе бөлімімен мұқият танысу қажет, мұнда тапсырманың қысқаша практикалық мазмұны баяндалады. Сабақ болатын күнге тапсырманың сипаттамасының алдында аталған барлық оқу құралдарын, аспаптарын және керекті материалдарды алдын ала дайындау қажет.

Зертханалық тапсырманы орындау барысында соңғы нәтижесін анық көрсету және оған жету әдістемелерін білу үшін, оқытушының түсіндірмесіне ықыласпен зейін қойып тыңдауға тура келеді.

Толығымен орындалған және безендірілген тапсырма оқытушыға тексеруге тапсырылады да, тиісті қолы қойылғаннан соң қабылданады. Тапсырманы қабылдау кезінде студенттердің практикалық білімі айқындалады.

1.2. Есептеулер туралы жалпы мәліметтер

Геодезиялық өлшеу жұмыстары және оларды өңдеу кезінде қателіктер жібермеу мақсатымен құжаттар жасау төмендегі ережелерді сақтап отырып, жүзеге асырылуы тиіс.

Дала құжаттарын дайындау. Дала құжаттарына геодезиялық аспаптарды тексеру материалдары, өлшеу журналдары және арнайы пішіндегі бланктер, абристер, пикеттік кітапшалар жатады. Барлық дала құжаттары түпнұсқа түрінде ғана жарамды деп саналады.

Журналдағы жазулар жақсы ұшталған қарындашпен, сиямен және тушьпен анық жазылуға тиіс. Цифрларды түзетуге және оларды тазартып өшіруге, сондай-ақ цифрдың үстіне цифрды жазуға рұқсат етілмейді. Қателер табылған жерлер сызылып тасталуы және жаңа жазулар жазылған жерлері көрсетілуі тиіс. Дала өлшеулерінің нәтижелері белгіленген пішіндегі журналдарға енгізіліп, олар нөмірленеді және жұмыс басшысымен расталады.

Дала журналдарын толтырғанда, мына төмендегі талаптарды ұстанған жөн:

1. Бағаналардағы тиісті разрядтардың цифрлары бірінің астына бірі ауыстырылмайтындай етіп жазылады.

Мысалы,

1243,97

1271,29

119,31 дұрыс емес

324,43

дұрыс

2. Бірдей дәлдікпен орындалған өлшеулердің барлық нәтижелерін үтірден кейін бірдей таңбалар санымен жазады. Мысалы,

719,43 және 397,71 дұрыс;

342,31 және 303,4 дұрыс емес.

3. Бұрыштық өлшеулер мен есептеулер кезінде, минут пен секунд мәндерін барлық уақытта кі таңбалы сандармен жазады.

Мысалы, $131^{\circ}3'9''$ дұрыс емес, $131^{\circ}03'09''$ дұрыс.

Өлшеу нәтижелерінің сандық мәндерінде цифрлар саны өлшеу құралының есептеу құрылғысы мүмкіндік беретін санға сәйкес болуы керек. Мысалы, сызықтың ұзындығы миллиметрлік бөліктері бар рулеткамен өлшеніп, есептеу 1мм-ге дейін жасалса, онда санақ 31,3 м орнына, 31,300 м болып жазылуға тиіс. Немесе, егер бұрыш өлшеу аспабы тек қана толық минутты санауға мүмкіндік беретін болса, онда санақ 39° немесе $39^{\circ}00'00''$ орнына $39^{\circ}00'$ болып жазылады.

Сандарды дөңгелектеу. Сандарды дөңгелектегенде, төмендегі ережелерді есте ұстаған жөн:

1. Егер соңғы цифрдан кейінгі цифр 5-тен артық болса, ол бір санға арттырылады, мысалы, $21,267 \approx 21,27$.
2. Егер соңғы цифрдан кейінгі цифр 5-тен кем болса, ол өзгермей сол күйінде жазылады, мысалы, $132,8733 \approx 132,873$.
3. Соңғы жұп цифрдан кейінгі цифр 5-ке тең болса, онда оны өзгеріссіз қалдыру қажет, мысалы, $39,2385 \approx 39,238$.
4. Соңғы тақ цифрдан кейінгі цифр 5-ке тең болса, онда оны бір санға арттыру қажет, мысалы, $13,2355 \approx 13,236$.

Жуық сандармен жасалатын амалдар. Есептеулерді жүргізген кезде төмендегідей ережелерді басшылыққа алған жөн:

1. Нәтиженің дәлдігі оның қажеттілігімен анықталады.

2. Есептеулердің дәлдігі практикалық қажеттілікпен анықталатын бастапқы мәліметтердің дәлдігіне сәйкес болуы тиіс.
3. Сандарды есептеу кезінде, әрдайым соңғы цифрынан басқа барлық цифрлары дұрыс болуы керек, яғни тек қана соңғы цифр күдікті болуы мүмкін.
4. Ондық таңбаларының саны бірдей емес жуық сандарды қосу немесе азайту кезінде, олардың ондық таңбаларын таңбасы ең кіші саннан артық қалдырған жөн болады. Мысалы, төмендегі берілген сандарды қосу керек делік:

$$\begin{array}{r} 1,674 \\ + 232,3 \\ \hline 63,6536 \end{array}$$

Келтірілген сандардың ішіндегі ондық таңбалы сандары ең азы 232,3. Қалған екі санды 1,67 және 63,65-ке дейін дөңгелектеп, одан кейін қосамыз:

$$\begin{array}{r} 1,67 \\ + 232,3 \\ \hline 63,65 \\ \hline 297,6 \end{array}$$

Шығарып алған 297,6 нәтиженің барлық мәнді цифрлары дұрыс болып табылады. Ондық бөлшек түрінде жазылған санның мәнді цифрлары деп, оның сол жағынан есептегенде біріншісінен бастап, нөлден басқа барлық цифрларын айтады. Мысалы, 0,241; 0,0197 және 3,49 сандарының әрқайсысында мәндік цифрлар үшеу. Сонымен, жуық сандардың қосындысының (немесе айырмасының) ондық таңбалары ең кіші таңбасы бар санда қанша болса, нәтижеде сонша болуы тиіс.

5. Мәнді цифрлары тепе-тең жуық сандарды көбейткенде, әрбір көбейтіндіде қанша мәнді цифрлар болса, нәтижесінде сонша цифрларды қалдыру керек. Мысалы, $62,3 \cdot 23,6 = 1470,28 \approx 14,7 \cdot 10^2$ мәнді цифрлар саны әр түрлі сандарды көбейткенде, мәнді цифрлары ең аз санда ол қанша болса, нәтижеде сонша мәнді цифрларын сақтап қалған жөн. Мысалы, $3,241 \cdot 0,63 = 2,0418 \approx 2,0$.

6. Мәнді цифрлары бірдей жуық сандарды бөлгенде, олардың әрқайсысында қанша болса, нәтижедегі жеке санда сонша мәнді цифрларды қалдырған жөн. Мысалы, $6,341:8,249=0,768699\approx 0,7687$.

Мәнді цифрлар саны әр түрлі жуық сандарды бөлгенде мәнді цифрлары аз санда қанша болса, нәтижедегі жеке санда сонша мәнді цифрларды қалдыру керек. Мысалы, $494,7:2,9=170,59\approx 1,7\cdot 10^2$.

7. Жуық сандарды дәрежелегенде дәреже негізінде мәнді тура цифр қанша болса, нәтижеде сонша мәнді цифрларды қалдырған жөн. Мысалы, $13,41^2\approx 179,8$; $1,31^2=1,72$;

8. Жуық сандардан түбір тапқанда, түбір астындағы санда мәнді тура цифр қанша болса, нәтижеде сонша мәнді цифрларды қалдырған орынды. Мысалы, $\sqrt{72,3} = 8,50$; $\sqrt{241,3} \approx 15,53$.

9. Егер ізделініп отырған шаманы есептеуде әр түрлі амалдар қолданылған болса, онда барлық жағдайда аралық нәтижелерінде бір цифрды артық сақтап отыру керек, ол цифрды тек қана артық нәтижесінен шегерген жөн.

10. Егер есептеуге қатысатын кейбір шамалардың ондық таңбалары (қосу және алу кезінде) немесе мәнді цифрлары (көбейту, бөлу, дәрежелеу немесе түбір табу кезінде) басқа шамалардағыдан артық болса, онда олардың мәнді цифрлары ең аз санға қарағанда бір цифрды ғана қалдыра отырып, алдын ала дөңгелектейді.

Есептеулер кезінде көрсетілген ережелерді есте ұстау есептеу жұмыстарының қажетті дәлдігін қамтамасыз етеді және олардың өнімділігін арттырады.

2. ТОПОГРАФИЯЛЫҚ КАРТАЛАРМЕН ЖӘНЕ ПЛАНДАРМЕН ЖҰМЫС ІСТЕУ

2.1. Масштабтар

Тапсырманың мақсаты:

- масштабты және олардың түрлерін оқып білу;
- карталар мен пландарда кесінділердің ұзындықтарын өлшеуді және салуды үйрену.

Керекті құралдар: миллиметрлік бөліктері бар сызғыш, циркуль-өлшеуіш, масштабтық сызғыш және сызба қағазы.

Топографиялық материалдар – карталар және пландар болып табылатын (көрсетілетін) жергілікті жердің жер бедерінің және жай-жапсарының кішірейтілген кескіні, ал профиль дегеніміз – жергілікті жердің тік қимасының кішірейтілген кескіні.

Құрылыстың пландары және қималары дегеніміз – жобаланатын үйлер мен ғимараттардың немесе олардың құрылмалық элементтерінің кішірейтілген кескіндері. Сызбалардағы контурлар мен жай жапсарлардың кескіндерін кішірейту дәрежесін масштаб деп атайды. Масштаб пландағы немесе картадағы сызық ұзындығының жердегі тиісті сызықтың горизонталь проекциясына қатынасын көрсетеді. Масштаб әрбір план мен карта бетінің оңтүстік жиектемесінің астында сандық (сандық масштаб) және графикалық (сызықтық масштаб) түрде көрсетіледі.

Сандық масштабтың көмегімен сызықтың ұзындығын анықтау

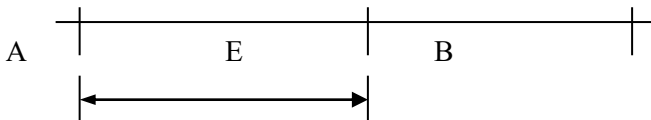
$$\text{Масштаб} \quad \frac{1}{500}, \frac{1}{1000}, \frac{1}{2000}, \frac{1}{5000}, \frac{1}{10000}, \frac{1}{25000} \quad \text{және}$$

тағы сол сияқты алынады. Осындай масштаб сандық масштаб деп аталады, оның бөлімі жердегі сызықтардың план мен картаға кескіндеу кезінде қаншалықты кішірейгенін көрсетеді. Мәселен, 1:500 масштаб планда барлық ұзындық өлшемдер 500 есе кішірейгенін, яғни пландағы 1 см жердегі 5 м-ге сәйкес келетінін көрсетеді. Сандық масштабты біле отырып, картада жердегі өлшенген кесіндінің ұзындығын, керісінше картадағы ара қашықтықты өлшеп, оның жердегі шамасын табады.

Сызықтың ұзындығын анықтау ретін қарастыралық. Бастапқыда картадағы немесе пландағы бір сантиметрге тиісті жердегі метрлер санын анықтау қажет. Сонан соң циркуль-өлшеуіш пен сызғыштың көмегі бойынша берілген нүктелердің аралығын сантиметрмен өлшейді. Өлшеу нәтижесінде алынған сантиметр санын пландағы бір сантиметрге сәйкес келетін метрлер

санына көбейтіп, ізделініп отырған ара қашықтықты метрде алады.

Мысалы, АВ түзу сызығы (1-сурет) 1:500 масштабтағы планда кескінделген делік. Осында А және Е нүктелерінің ара қашықтығын анықтау қажет.



1-сурет. Ара қашықтықты анықтау

Берілген масштабта пландағы 1 см жердегі 5 м-ге сәйкес келеді. А және Е нүктелеріне циркуль-өлшеуіштің аяқтарын қойып, ізделінетін кесіндінің ұзындығына тең ашасын алады. Циркуль - өлшеуішті масштабтық сызғышқа ұстап, АЕ кесіндісінің ұзындығын сантиметрде анықтайды. АЕ кесіндісінің ұзындығы 12 см-ге тең делік. Олай болса жердегі А және Е нүктелері арасындағы ара қашықтық $5 \cdot 12 = 60$ м-ге тең болады.

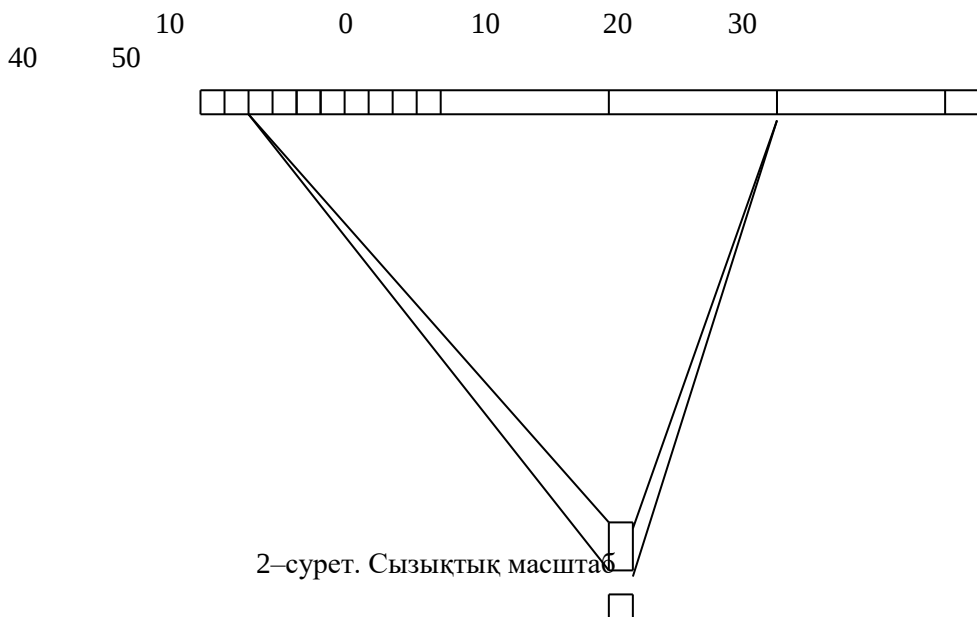
Керісінше, егер жердегі сызықтың ұзындығы 60 м-ге тең болса, онда 1:500 масштабтағы планда тиісті кесіндінің ұзындығы мынаған тең болады: $60:500=0,12 \text{ м}=12 \text{ см}$.

Сызықтық масштабтың көмегімен кесіндінің ұзындығын анықтау

Планды не картаны жасағанда, жердің әрбір сызығының ұзындықтарын әрдайым бір санға кішірейту қажет, оған сызықты масштабты пайдаланған кезде қол жеткізуге болады. Сызықтық масштаб масштабтың негізі деп аталынып, әрбір 1-2 см сайын тең кесінділерге бөлінген тік сызық болып табылады. Мұндағы шеткі сол жақтағы кесіндіні, әдетте, 10 тең бөлікке бөледі. Сызықтық масштабтағы әрбір кесіндіге жердегі белгілі бір кесінді сәйкес келеді. Нөлдік сызықшадан оңға қарай салынған кесінділер 1:500 масштабта жердегі 10,20,30,40,50,60,70,80,90 м-ді, ал солға қарай 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 м-ді көрсетеді.

Бастапқыда масштаб бөлігінің ең кішісін анықтау қажет. Бұл үшін масштаб негізіне тиісті жердегі метрлер санын масштаб негізі бөлігінің санына бөлу керек. Сонан соң өлшенетін сызықтың бастапқы және соңғы нүктелеріне циркуль - өлшеуіштің аяқтарын қойып, ізделінген сызықтың ұзындығына тиісті ашасын алады да, циркуль - өлшеуішті сызықтық масштабтың бетіне қоярда оның бір аяғын нөлден оңға қарай сызықтың бөлігіне дәл қою керек, ал екінші аяғын солға қарай қандай болмасын бөлігінің шамасына қояды. Циркуль - өлшеуіштің оң аяғы сәйкестендірілген штрихтің үстінде жазылған метрлер санына масштабтың нөлдік штрихпен циркуль - өлшеуіштің сол аяғының аралығындағы кесіндінің метрлер санын қосқанда, өлшенетін сызықтың ұзындығын метрде алады. Егер өлшенетін сызықтың ұзындығы қабылданған масштабта сызықтық масштабтың ұзындығынан асып кетсе, онда оны жеке (бөлек) кесінділермен анықтайды.

Мысалы, АВ сызығы (2-сурет) 1:500 масштабта кескінделген делік.

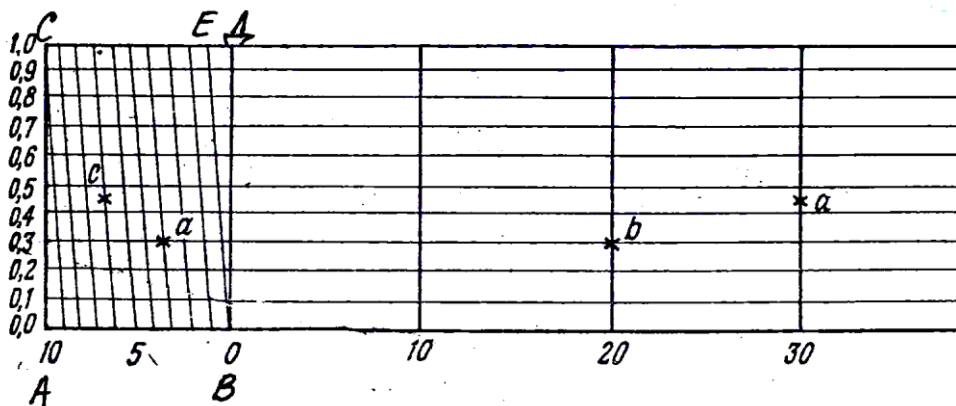


Осы көрсетілген сызықтық масштабты пайдаланып А және В нүктелерінің ара қашықтығын анықтау керек. Түсіндірме жазулары бар суреттен көруге болатын масштабтың негізі 2 см-ге тең, бұл жердегі 10 м-ге сәйкес келеді, яғни $10:10=1$ м. Циркуль-өлшеуішті 2- суретте көрсетілген сызықтық масштабтың бетіне қояды. Циркуль-өлшеуіштің аяқтарының ашасы масштаб негізінен үлкенірек болғандықтан, оның оң аяғын масштабтың штрихымен сәйкестендіргенде, 20 м-ге сәйкес келеді, ал циркуль-өлшеуіштің сол аяғы масштабтың кіші бөліктерінің сегізінші штрихымен дәл келгенде 8 м-ге сәйкес келеді (нөлден сегізінші бөлікке дейін әрқайсысы 1м-ден).

Өлшенген кесіндінің толық ұзындығы $20+8=28$ м-ге тең болады. Сызықтық масштабты пайдаланып 0,5 мм дәлдікпен ара қашықтықты өлшеуге және салуға болады.

Көлденең масштабтың көмегімен сызықтың ұзындығын анықтау

Ара қашықтықты жоғары дәлдікпен анықтау үшін көлденең масштабты қолданады. Көлденең масштаб кесінділерді пропорционал бөлуге негізделген график болып табылады. Көлденең масштабты салу үшін түзуге бірнеше рет 2 см-лік кесіндіні салады, ол масштабтың негізі деп аталады. Бөлінген нүктелерден перпендикуляр тұрғызылады. Масштабтың негізіне параллель тең аралықта перпендикуляр арқылы түзулер жүргізіледі. Масштаб негізінің шеткі сол жақтарын жоғарыдан және төменнен 10 бөлікке (2 мм-ден) бөледі. 3-суретте көрсетілгендей, алынған нүктелерді көлбеу түзулермен қосады. ВЕ сызығына параллель көлбеу сызықтардың арасындағы кесінділер АВ табанының оннан бір бөлігіне тең болады, яғни $ЕД = АВ/10$, ал ВД перпендикулярлары мен ВЕ көлбеуінің арасында жатқан кесінділер масштаб табанының жүзден бір бөлігіне тең. Сірә, осы кесінділердің ең кішісі (t) ЕД кесіндісінен 10 есе кем, яғни $t = \frac{ЕД}{10} = \frac{АВ}{100}$. Осындай масштаб нормальды жүздік көлденең масштаб деп аталады.



3-сурет. Көлденең масштаб

Суретте сандық масштаб сияқты тиісті жазулары 2 см-лік 1:500 көлденең масштаб негізінің ұзындығы 10 м-ге, ал негізінің 0,01 бөлігін құрайтын ең кіші кесіндісінің ұзындығы – 0,1 м-ге тең. Пандағы немесе картадағы кесіндінің ұзындығын көлденең масштабтың көмегімен анықтау үшін осы кесіндіні циркуль-өлшеуіштің ашасына алады. Циркуль-өлшеуішті масштабтың номограммасына қойғанда, тек оның оң аяғының инесі вертикаль сызығының бірінде, ал сол аяғының инесі көлбеу сызығының бірінде болуы керек. Сонымен циркуль-өлшеуіштің екі аяғының инелері бір горизонталь сызықтың бойында болуы тиіс. 3-суреттегі ab сызығының ұзындығы 1:500 масштабта 23,3 м-ге тең (ұзындықты анықтау дәлдігі - 0,1 м). Егер инелер көлденең сызықтарының арасының ортасына түсетін болса, онда ұзындықты анықтау дәлдігі-0,05м немесе 1:500 масштабтың дәлдігіне тең. Бұл жағдайда cd ара қашықтығы 1:500 масштабта 36,45м-ге тең.

2.2. Топографиялық карталар мен пландардың шартты белгілері

Тапсырманың мақсаты:

- шартты белгілерді оқып білу;

- топографиялық карталар мен пландардың безендірілуімен танысу;

- карта мен планды оқып үйрену және білу.

Керекті құралдар: Әртүрлі масштабтардағы карталар мен пландар жинағы және шартты белгілердің альбомы.

Топографиялық карталарда бейнеленетін нысандар мен құбылыстар шартты белгілерден, оларды түрлі-түсті безендіруден, түсіндірме жазулар мен цифрлы белгілерден тұратын біртұтас жүйе болып табылады.

Шартты белгілер және олардың түр-түстері жердің әртүрлі нысандарын және олардың түрлерін көрнекі көрсетеді. Түсіндірме жазбалар және цифрлы белгілеулер кескінделетін нысандардың шартты белгілерін жеке ерекшеліктері туралы мәліметтермен толықтырады.

Біркелкі нысандардың әртүрлі масштабты топографиялық карталардағы кескіні және бояуы негізінен алғанда бірдей, тек көлемдері жағынан ғана өзгеше болады. Белгілі бір топқа енетін нысандардың сапалық және сандық сипаттамалары олардың өзіне тән ерекшеліктерін аздаған толықтырумен еске салатын бастапқы графикалық белгілермен беріледі.

Шартты белгілер өзінің атқаратын міндеті және қасиеттері жағынан масштабтық, масштабтан тыс және түсіндірме шартты белгілер болып бөлінеді.

Масштабтық шартты белгілер

Нысандар өзінің шын мәніндегі көрінісінде масштабтық контурлы шартты белгілермен белгіленеді: мұнда олардың көлемдерін (ұзындығын, енін және ауданын) картадан өлшеуге мүмкіндік болуы тиіс. Әрбір осындай шартты белгі контурдан, яғни кескінделетін нысанның пландағы көрінісінен және рендік бояу түстері, түрлі-түсті штрихтар немесе белгілер торлары түрінде толтырылған түсініктеме жазбалардан тұрады. Нысандардың контурлары нүктелік пунктирмен немесе жіңішке тұтас сызықпен жер бетінің бедерін және шын мәніндегі сұлбаға (абрис) ұқсастығын сақтай отырып белгіленеді.

Масштабтан тыс шартты белгілер

Масштабтан тыс шартты белгілермен контурын картаның масштабына түсіруге мүмкін болмайтын көлемі шағын нысандар белгіленеді (ескерткіш, жеке тұрған ағаш, көпір, құдық және т.б.). Масштабтан тыс шартты белгілер - тиісті нысанның сыртқы түрін еске салатын шағын геометриялық фигуралар. Масштабтан тыс шартты белгілер нүктелерінің бірі жердегі нысанның орналасу жағдайын көрсетеді. Осы нүктелермен картадағы нысандардың координаталарын және өзара ара қашықтығын анықтайды.

Өзендер, каналдар, жолдар және басқа сызықтық нысандар да масштабтан тыс шартты белгілермен кескінделеді. Осы белгілер нысанның өсін, яғни ортасын табиғи орнына толық сәйкестікте береді, ал оның ені біршама ұлғайтылып көрсетіледі.

Түсіндірме шартты белгілер

Жазулар және түсіндірме шартты белгілер масштабтық және масштабтан тыс шартты белгілермен үйлесімді түрде қолданылады да, олар нысандардың қосымша сипаттамалары ретінде қызмет атқарады. Елді мекендердің, өзендердің, көлдердің, таулардың және т.б. аттары толық жазылады. Қысқартылған жазулар нысандардың шартты белгілерінің жанында орналасады: олар нысандардың маңызын немесе қасиетін түсіндіреді. Мысалы, мк-мектеп, вокз-вокзал. Цифрлық белгілер көбінесе нысанның сандық сипаттамасын (көпірдің ұзындығын, енін және жүк көтеру қабілетін, ағаштардың биіктігін, диаметрін және олардың ара қашықтығын, т.б.) көрсету үшін қолданылады.

Топографиялық карталарды түрлі-түсті безендіру оның көрнектілігін және айқындығын анағұрлым арттыруға септігін тигізеді. Бояулардың түсі кескінделетін нысандардың нағыз өңіне негізінен сәйкес болады; ормандар-жасыл, гидрография-көк, жер бедері –қоңыр, елді мекендер, темір жолдар, көптеген өнеркәсіптік, халық шаруашылық және әлеуметтік-мәдениет нысандары - қара бояулармен боялады.

Топографиялық карталар мен пландардың шартты белгілерін Геодезия және картография бас басқармасы белгілейді және оларды түсіру жұмыстарын жүргізетін барлық ведомстволар, мекемелер мен ұйымдар міндетті түрде орындауға

тиіс. Іс жүзінде қолдануға қолайлы болу үшін олар кестелер түрінде шығарылады.

2.3. Топографиялық карта мен план бойынша есептерді шешу

Тапсырманың мақсаты:

- топографиялық карта мен план бойынша есептерді шешуді меңгеру.

Қеректі құралдар: Әртүрлі масштабтардағы карталар мен пландар жинағы, циркуль-өлшеуіш, масштабтық сызғыш және транспортир.

Топографиялық карталар мен пландар геологиялық іздеу және барлау жұмыстарымен байланысты бірсыпыра есептерді шешуге мүмкіндік береді. Оларға мына есептер жатады:

- картада берілген нүктенің географиялық және тікбұрышты координаталарын анықтау;
- картада шын және магниттік азимуттарды, бағыттың дирекциондық бұрышын анықтау;
- нүктелердің биіктігін анықтау;
- беткейдің құлама тіктігін және сызықтың көлбеулігін анықтау;
- карта бойынша жердің профилін жасау;
- трассаны берілген еңістікпен жобалау;
- су жиналу ауданының шегін анықтау.

Картада берілген нүктенің географиялық және тікбұрышты координаталарын анықтау

А нүктесінің φ_A ендігін анықтау үшін (4-сурет) осы нүкте арқылы карта жиектемесінің оңтүстік қабырғасына параллель сызықты жүргізеді. Секундтарын көзбен шамалап ($37''$) осы параллельден жиектеменің оңтүстік қабырғасына дейінгі ара қашықтықты табады. Оңтүстік жиектеменің ендігі $54^{\circ}40'$ -қа тең болғандықтан, ізделініп отырған А нүктесінің ендігі $\varphi_A = 54^{\circ}40'37''$ -қа тең.

Осыған ұқсас етіп А нүктесі арқылы шын меридианды жүргізіп, А нүктесінің бойлығын табады. Батыс жиектеменің

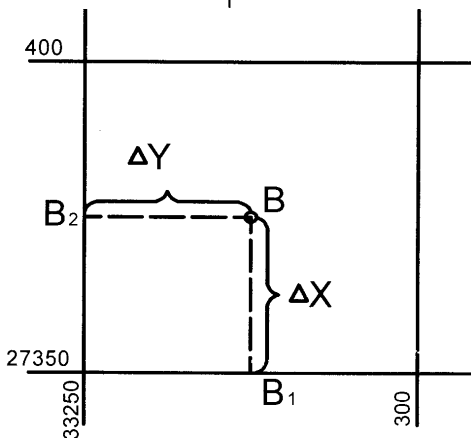
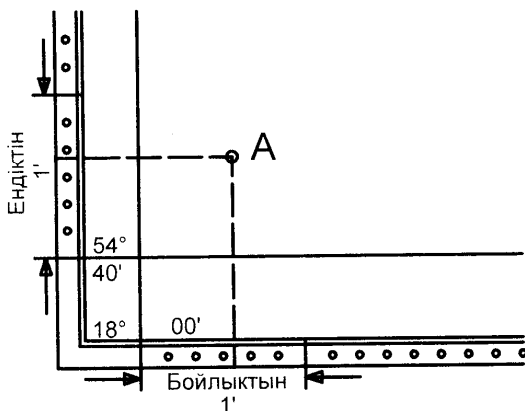
бойлығы $18^{\circ}00'$ -қа тең болғандықтан, ізделіп отырған А нүктесінің бойлығы $\lambda_A = 18^{\circ}00'32''$ -қа тең.

Тікбұрышты координаталарды анықтау

В нүктесінің (5-сурет) тікбұрышты координаталарын анықтау үшін километрлік тордың цифрларын пайдалана отырып, берілген нүкте орналасқан оңтүстік-батыс бұрыштың $X_0 = 27350$ м, $Y_0 = 33250$ м координаталарын табады. Содан кейін В нүктесінен квадрат қабырғаларына BB_1 және BB_2 перпендикулярларын түсіреді де, карта немесе план масштабын ескере отырып, олардың ұзындығын көлденең масштабтың көмегімен табады: $BB_1 = \Delta x = 20,10$ м, $BB_2 = \Delta y = 21,30$ м. Сонда В нүктесінің тікбұрышты координаталары мынаған тең:

$$X_B = X_0 + \Delta x = 27350 + 20,10 = 27370,10 \text{ м,}$$

$$Y_B = Y_0 + \Delta y = 33250 + 21,30 = 33271,30 \text{ м.}$$

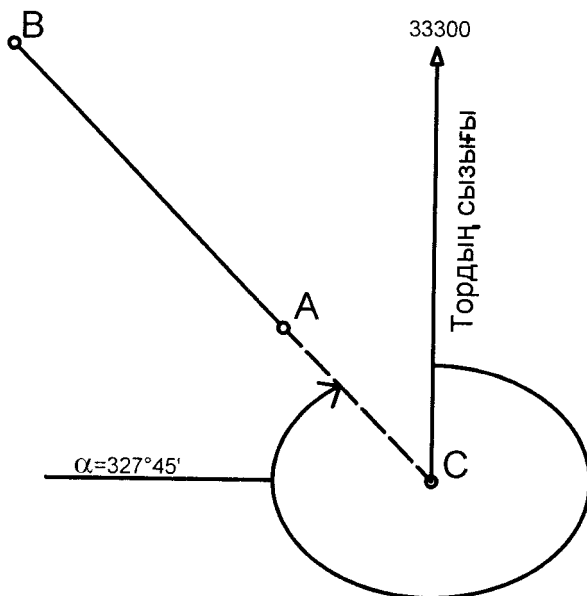


4-сурет. Топографиялық
Топографиялық
картада А нүктесінің географиялық
планда В
координаталарын анықтау
тікбұрышты
анықтау

5-сурет.
картада немесе
нүктесінің
координаталарын

**Картада берілген сызықтардың дирекциондық бұрышын,
шын және магниттік азимуттарын анықтау**

Егер картада берілген АВ сызығы координаталар торының сызығын қимайтын болса, онда оны тордың сызығын қиғанша созады (6-сурет). Қиылысқан С нүктесіне транспортирдің нөлін және оның нөлдік диаметрін тордың сызығымен беттестіріп қойып, солтүстік бағыттан бастап сағат тілінің бағыты бойымен өлшегенде, дирекциондық бұрыш $\alpha = 327^{\circ}45'$ -қа тең.



6-сурет. Топографиялық картада берілген АВ сызығының дирекциондық бұрышын анықтау

Картада өлшенген дирекциондық бұрыштың мәнін біле отырып шын азимутты $A_{ш}$ есептеп шығару үшін мына формула пайдаланылады:

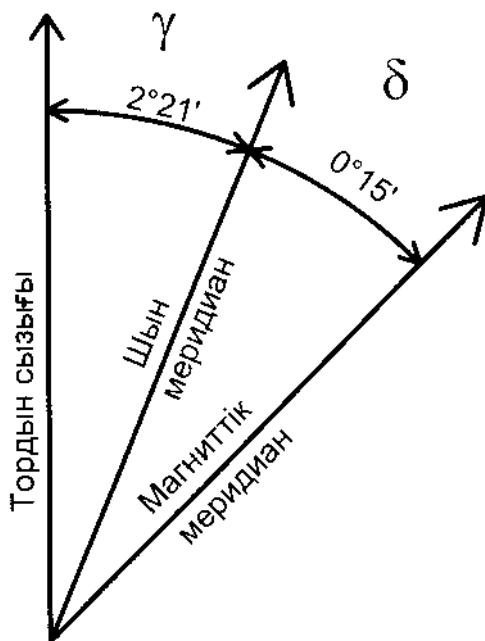
$$A_{\varphi} = \alpha \pm \gamma,$$

мұндағы α - бағыттың дирекциондық бұрышының табылған мәні, градус;

γ - берілген карта бетіне меридиандардың жақындасуының орташа мәні, ол картаның оңтүстік батыс жиектемесінің астында схема түрінде берілген (7-сурет), градус.

Біздің қарастырып отырған мысалымызда шын азимут $A_{ш}$ АВ сызығының дирекциондық бұрышынан $\alpha = 327^0 45'$ меридиандар жақында-суының орташа мәніне $\gamma = 2^0 21'$ кем болғандықтан, шын азимут мынаған тең болады:

$$A_{ш} = \alpha - \gamma = 327^0 45' - 2^0 21' = 325^0 24'.$$



7-сурет. Меридиандардың жақындасуы

Сызықтың магниттік азимутын анықтау үшін магниттік бұрылу шамасын, яғни шын меридиан мен магниттік меридиан арасындағы бұрышты білу қажет. Магниттік нұсқардың бұрылуы шығыстық және батыстық болуы мүмкін. Магниттік азимут $A_m = A_{ш} - \delta_{ш}$ немесе, мұндағы δ - магниттік нұсқардың бұрылуы, оның мәні картаның оңтүстік жиектемесінің астындағы (7-сурет) схемада көрсетілген.

Осыдан магниттік азимут A_m АВ сызығының шын азимутынан $A_{ш} = 325^{\circ}24'$ магниттік нұсқардың бұрылу мәніне $\delta_{ш} = 6^{\circ}15'$ кем болғандықтан, магниттік азимут мынаған тең болады:

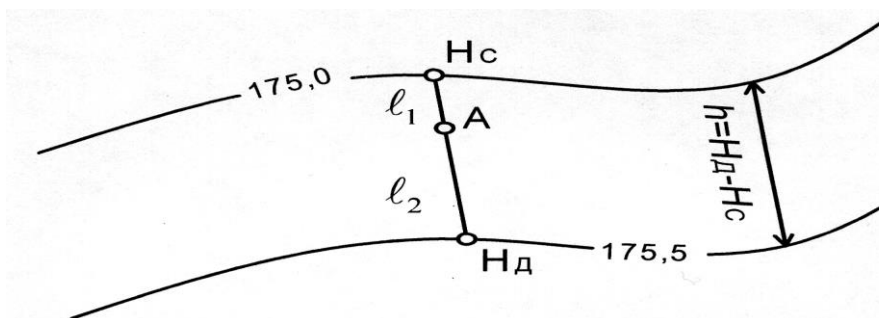
$$A_m = A_{ш} - \delta_{ш} = 325^{\circ}24' - 6^{\circ}15' = 319^{\circ}09'.$$

Топографиялық картада немесе планда берілген нүктенің биіктік белгісін анықтау

Карталар мен планы пайдаланғанда көбінесе жергілікті жердегі нүктелердің биіктік белгісін анықтауға тура келеді. Осы есепті шешуде үш түрлі жағдай кездесуі мүмкін.

1. Нүкте горизонтальда орналасқан. Осы жағдайда нүктенің биіктігі горизонтальдың биіктік белгісіне тең болады.

2. А нүктесі әртүрлі $H_c = 175,00$ м және $H_d = 175,50$ м (8-сурет) горизонтальдардың арасында орналасқан. Осы жағдайда нүктенің биіктік белгісін интерполяциялаудың бірнеше әдістері арқылы анықтайды. Бұл үшін сызғыштың көмегімен А нүктесінен ең таяу жатқан горизонтальдарға дейінгі $\ell_1 = 8$ мм және $\ell_2 = 22$ мм қашықтықтарды өлшейді. А нүктесінің H_A биіктік белгісін жердің төмендеу бағытына байланысты екі рет табуға болады.



8-сурет. Горизонтальдар арасындағы нүктенің биіктік белгісін анықтау

$$H_A = H_C + (h\ell_1)/(\ell_1 + \ell_2) = 175,00 + (0,5 \cdot 8)/(8 + 22) = 175,13$$

м,

$$H_A = H_D - (h\ell_2)/(\ell_1 + \ell_2) = 175,50 - (0,5 \cdot 22)/(8 + 22) = 175,13$$

м

мұндағы H_C, H_D - горизонтальдардың биіктік белгісі, м;

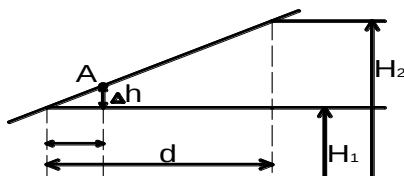
ℓ_1 және ℓ_2 - А нүктесінен горизонтальдарға дейінгі ара қашықтықтар, мм;

h - жер бедері қимасының биіктігі, м.

Егер де биіктік белгілері $H_1 = 175,00$ м және $H_2 = 175,50$ м тең көршілес горизонтальдар арасында орналасқан А нүктесінің (9-сурет) биіктік белгісін H_A анықтау керек болса, онда А нүктесі арқылы горизонтальдарға дейінгі ара қашықтықтарға нормаль сызығын жүргізіп, $\ell = 8$ мм және $d = 30$ мм кесінділерін өлшейміз. Сонда А нүктесінің ізделініп отырған биіктік белгісі мынадай болады:

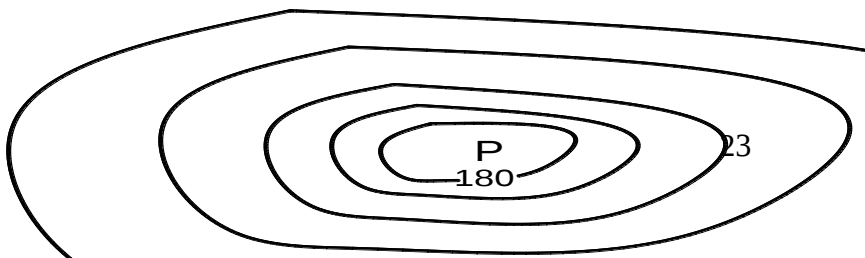
$$H_A = H_1 + \frac{\ell}{d}(H_2 - H_1) = 175,00 + \frac{8}{30}(175,50 - 175,00) = 175,13$$

м



9-сурет. Горизонтальдар арасындағы нүктенің биіктік белгісін анықтау

3. Нүкте тұйық горизонтальдың ішінде орналасқан. Мысалы, Р нүктесі (10-сурет) тұйық горизонталь ішінде орналасқан, әрі төбенің ұшар басы болып табылады. Әрине, осы нүктенің H_p биіктігі нүктенің маңындағы горизонтальдың биіктік белгісінен, жер бедері қимасының биіктігінің шамасынан кем екені белгілі. Сондықтан Р нүктесінің H_p биіктік белгісі шамамен көршілес горизонтальдың биіктік белгісіне жер бедері қимасы биіктігінің жартысын қосқан кезде шығатын санға тең деп алуға болады, яғни $H_p = 181,25$ м. Егер нүкте қазан шұңқырдың түбінде орналасса, онда оның биіктік белгісі көршілес горизонтальдың биіктігінен жер бедері қимасы биіктігінің жарты шамасын алған кезде шығатын санға тең деуге болады. Горизонтальдар арқылы орташа ойлы-қырлы жердегі нүктелердің биіктік белгісін анықтау дәлдігі шамамен жер бедері қимасы биіктігінің $\frac{1}{3}$ -іне тең болады.



10-сурет. Горизонталь ішіндегі нүктенің биіктік белгісін анықтау

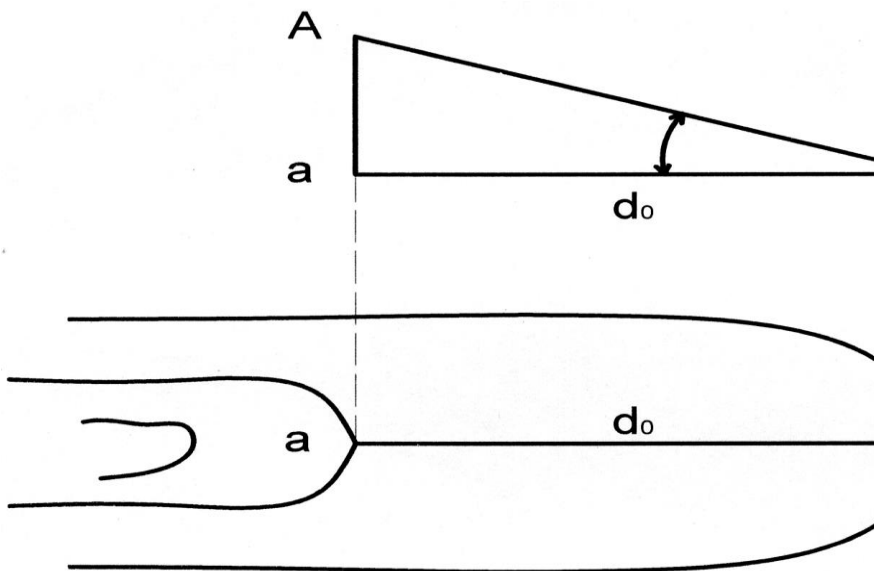
Беткейдің құлама тіктігі және сызықтың еңістігін анықтау

Беткейдің құлама тіктігі ν және сызықтың еңістігі (11-сурет) беткей нүктелерінің биіктік айырымы табанының қатынасына тең болады және мына формула бойынша анықталады:

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h_0}{d_0},$$

мұндағы h_0 - жер бедері қимасының биіктігі, м; d_0 - табаны, м.

Беткейдің тіктігі мен еңістігін картадан немесе планнан анықтау кезінде есептерді жеңілдету үшін табан графиктері деп аталатын арнайы графиктер қолданылады. Беткейдің еңістіктері бұрыштық шамамен немесе көлбеулілік арқылы берілуі мүмкін.

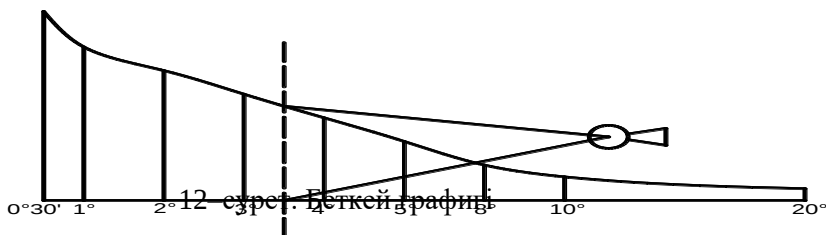


11-сурет. Беткейдің құлама тіктігін анықтау

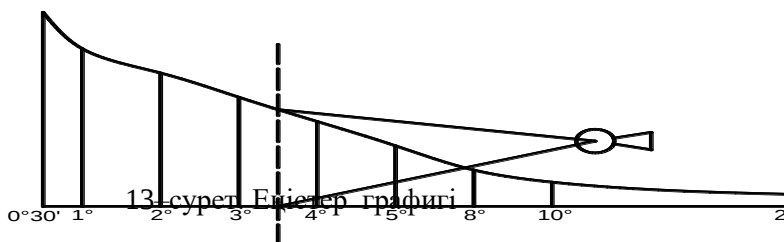
Табан графигін салу үшін горизонталь кез келген сызықтың тең кесіндісіне бөледі, содан соң кесінділердің шетіне көлбеудің бұрыштық мәнін $30'$ -тан бастап жазады. График шкаласының бұрыштарының ең соңғы мәні берілген карта мен планда кескінделген беткейлердің максимум тіктігіне байланысты белгіленеді. Бұдан кейін жер бедері қимасының қабылданған биіктігіне және көлбеу бұрышының әрбір мәніне сәйкес табандарды мына формуламен есептейді:

$$d_0 = \frac{h_0}{\operatorname{tg} \nu}.$$

Табанның карта (план) масштабында анықталған шамаларын горизонталь оське тұрғызылған перпендикулярға қарсы көлбеу бұрыштарына сәйкес етіп салады. Алынған осы нүктелерін қосып табан графигін аламыз, ал бұл беткей графигін береді (12-сурет).



Егер горизонталь сызығы бөліктерінің нүктелерінде көлбеу бұрыштарының орнына бұрыштардың мәндері жазылған болса және перпендикулярда тиісінше табандар салынса, онда еңістер графигі алынады (13-сурет).



Беткейдің құлама тіктігін және көлбеулігін планнан анықтау үшін циркуль-өлшеуішпен көршілес жатқан негізгі горизонтальдардың ара қашықтығын өлшеп, оны төсеу графигіне тақап ұстап, шкаланың табанынан градус санын оқиды.

Картаның безендіру жиектемесінің сыртында көрсетілген табан графиктері жер бедері қимасының және берілген картаның немесе планның масштабына сәйкес есептеліп жасалынатынын ұмытпау керек.

Карта бойынша жердің профилін жасау

Топографиялық картада немесе планда АВ сызығы бойынша жердің профилін салу керек болсын. Профильді кез келген берілген масштабта, демек карта масштабында да салуға болады.

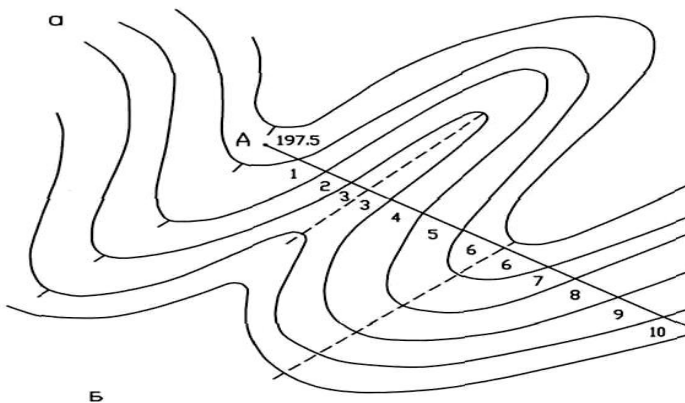
Жергілікті жердің профилін салу үшін берілген бағытты жол-жол миллиметрлік қағазға салады. Оған шығып тұрған барлық горизонтальдарды, жер бетінің кедір-бұдырындағы және беткейлердегі нүктелерді, мысалы АВ сызығын және 1,2..., 10 нүктелерді (14-сурет) белгілейді.

Содан соң жол-жол миллиметрлік қағаздағы «горизонталь қашықтықтар» графасына көшіріп олардың мәндерін жазады. Сонымен қатар «биіктік белгісі» графасына профиль сызығының горизонтальдарымен қиылысқан нүктелерінің биіктік белгісінің мәндері жазылып қойылады.

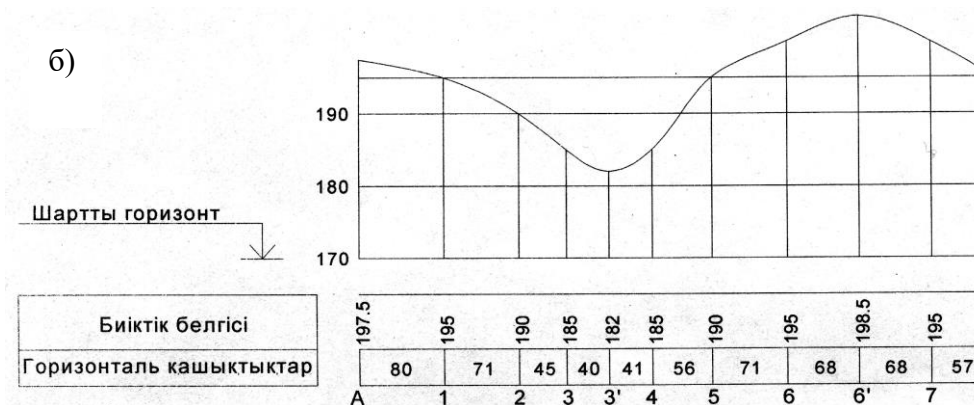
Профиль нүктелерін биіктік белгісі арқылы тұрғызу шартты горизонттың сызығынан салынады. Көрнекілік үшін профильдің вертикаль масштабы горизонталь масштабпен салыстырғанда 10 есе үлкейтіп алынады, бірақ масштабтардың қатынасы басқаша да болуы мүмкін.

Шартты горизонттың биіктік белгісін ең кіші биіктік белгісі бар нүктеде берілген сызықтан 2-3 см жоғарырақ орналасатындай етіп таңдайды. Шартты горизонттың сызығынан әрбір нүктеге перпендикуляр тұрғызылып, оларға таңдалған масштабта шартты горизонт сызығы мен нүктелердің биіктік белгілерінің айырымы салынады.

a)



б)



14-сурет. Жергілікті жердің профилін салу

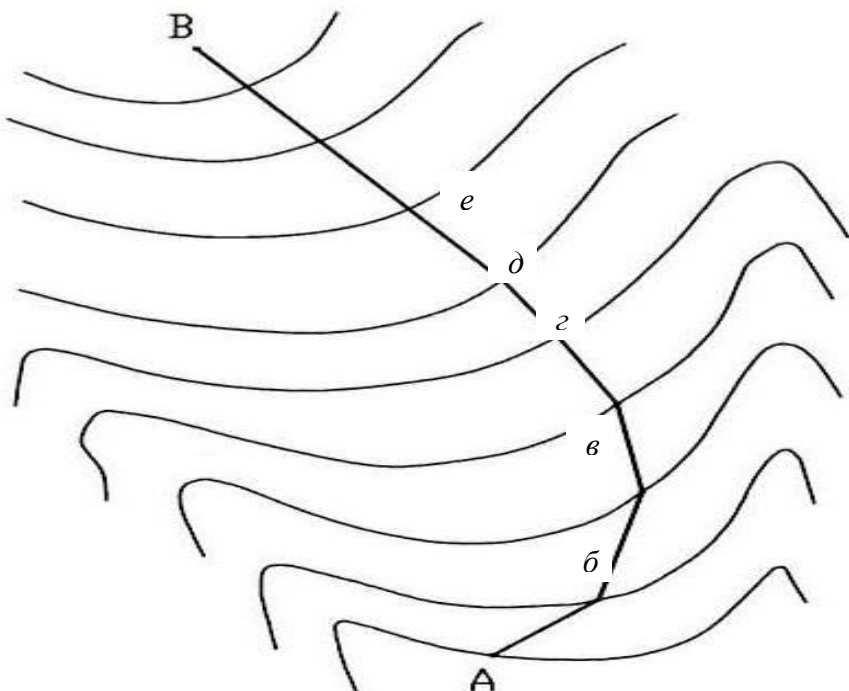
Перпендикулярлардың ұштарын қисық сызықпен қосып, жергілікті жердің профилін кескіндейді.

Трассаны берілген еңістікпен жобалау

Топографиялық карталарда темір және автомобиль жолдарын, каналдарды және тағы басқа да созылыққы нысандарды жобалауға тура келеді. Келешектегі жобалау

құрылыстарының осындай трассасын таңдалған шектік еңістікпен белгілейді (трассаның көлбеу бұрышы берілген шамадан, мысалы, $1,5^0$ -тан артық болмауы тиіс).

Айталық, картада осындай келешектегі трассаны А және В нүктелерінің арасында белгілеп, оны жүргізу керек (15-сурет) болсын. Картадағы табан графигі бойынша берілген көлбеу бұрышқа ($1,5^0$) сәйкес шаманы табамыз да, оны циркуль-өлшеуіштің ашасына аламыз. Берілген А нүктесінен осы циркуль-өлшеуіштің ашасымен келесі горизонтальды басып өтіп жобаланатын сызықтың б нүктесін табамыз, сонда Аб сызығының еңістігі берілген $1,5^0$ көлбеу бұрышқа тең болады. Одан кейін циркуль-өлшеуіштің бір ашасын табылған б нүктесінде ұстап тұрып, келесі горизонтальды белгілеп алып, в нүктесін табамыз. Сөйтіп жобаланатын сызықтың келесі вг, гд және де кесінділерін табамыз. е нүктесінен В нүктесіне дейін түзу сызық жүргізуге болады, өйткені осы учаскедегі еңістік берілген шекті еңістіктен аз болады.



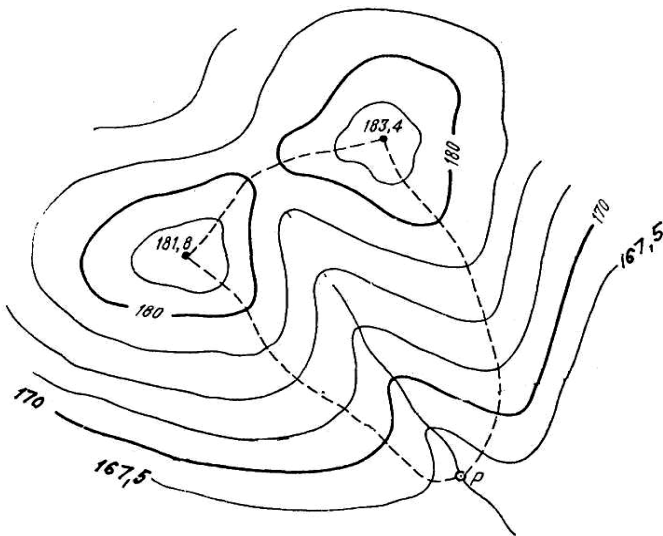
15-сурет. Картада трассаны белгілеу

Бұл берілген есепті шешу кезінде трассаның әртүрлі варианттарын табуға болатынын, солардың ішінен техникалық-экономикалық тұрғыдан ең қолайлысы тандап алынатынын атап айтқан жөн.

Су жиналу ауданының шегін анықтау

Берілген суағар жармасынан (Р нүктесі, 16-сурет) 167,5 горизонталына перпендикуляр қисық сызықты жүргізеді, содан кейін осы сызықты су айырығы бойынша 181,8 биіктігіне дейін жалғастырады; осы учаскеде сызық горизонтальдарға перпендикуляр болады да оларды ең үлкен қисықтықпен кесіп

өтеді. Осыған ұқсас етіп Р нүктесінен 183,4 биіктігіне дейін су жиналу ауданының шекарасын жүргізеді.



16-сурет. Су жиналу ауданын картада анықтау

181,8 м және 183,4 м биіктіктерінің арасында осы шекара төбелерді құратын горизонтальдарға перпендикуляр ойпаттың жотасымен өтеді.

2.4. Топографиялық карталар мен пландар бойынша аудандарды анықтау

Тапсырманың мақсаты:

Топографиялық карталар мен пландар бойынша жергілікті жердегі учаскелердің аудандарын анықтау тәсілдерін меңгеру.

Керекті құралдар мен аспаптар: әртүрлі масштабтағы оқу картасы мен планы, полярлық планиметр, ЭЕМ, масштабтық сызғыш, циркуль-өлшеуіш, сызу құралдары және жұмыс дәптері.

Аудандарды анықтау үшін графикалық, аналитикалық және механикалық тәсілдер қолданылады.

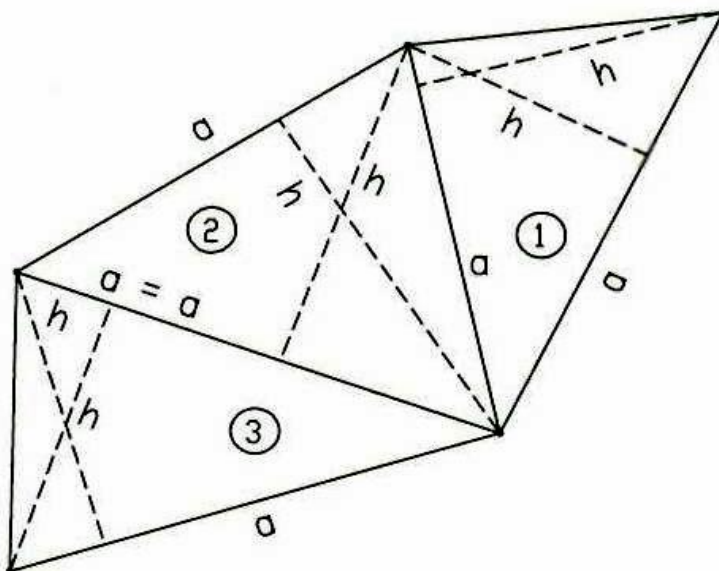
Графикалық тәсіл.

Графикалық тәсілде планда кескінделген учаскені қарапайым геометриялық фигураларға, негізінен үшбұрыштарға бөледі (17-сурет), олардың ауданын мына формуламен анықтайды:

$$S = ah / 2, \quad (1)$$

мұндағы a - үшбұрыштың табаны;

h - үшбұрыштың биіктігі.



17-сурет. Графикалық тәсілмен ауданды анықтау

Өлшеулердің және есептеулердің нәтижелерін 1-кестеге жазады.

Әр үшбұрыштың ауданын тексеру үшін (1-кестеге қара) екі түрлі табандары a' және a'' және тиісті биіктіктері h' және h'' бойынша екі мәрте аудандарын S' және S'' анықтайды.

Аудандарды есептеу схемасы

1-кесте

Фигуралардың нөмірлері	Табаны, a	Биіктігі, h	Ауданы, S	$S_{\text{орта}}$
1	a'_1	h'_1	S'_1	$S_1 = (S'_1 + S''_1) / 2$
	a''_1	h''_1	S''_1	
2	a'_2	h'_2	S'_2	$S_2 = (S'_2 + S''_2) / 2$
	a''_2	h''_2	S''_2	
3	a'_3	h'_3	S'_3	$S_3 = (S'_3 + S''_3) / 2$
	a''_3	h''_3	S''_3	

Сызықтармен шектелген пландағы учаскенің ауданын графикалық тәсілмен анықтағанда мынадай ережелерді есте сақтаған жөн:

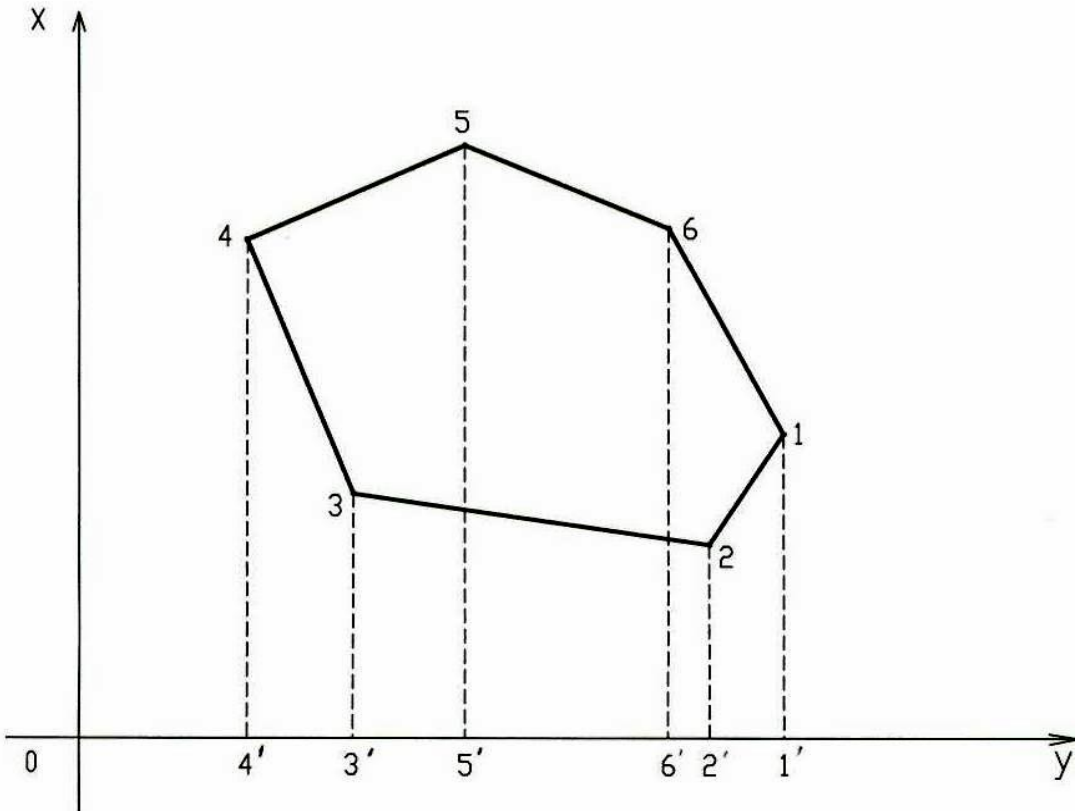
- тұтас учаскені мүмкіндігінше өлшемі үлкендеу фигураларға бөлген дұрыс, сонда пландағы өлшенілетін сызықтардың және осы фигуралардың ауданын есептеуге қажетті мәліметтердің салыстырмалы қателіктері аз болады;
- планда учаскенің ауданын есептегенде қарапайым формулаларды қолдануға мүмкіндік беретін фигураларға (тұтас ауданды бөліктерге бөлгенде) бөлген жөн;
- салынған фигуралардың аудандарын анықтауға қажет элементтерінің абсолют шамалары мүмкіндігінше бір-біріне тең болғаны жөн. Мысалы, үшбұрыш үшін оның биіктігі табанына тең болғаны дұрыс;
- фигуралардың аудандарын есептеп шығаратын формулаларға мүмкіндігінше жергілікті жерде тікелей өлшеулерден алынған мәліметтерді енгізген жөн;

- дөрекі қателіктерді болдырмау мақсатымен фигураның ауданын екі рет есептеп шығарып, мүмкіндігінше әртүрлі сызықтық шамалар арқылы, егер олардың ішінде дөрекі қателіктер болмаса, онда ақтық нәтижесі ретінде олардың орташа мәнін қабылдаған дұрыс.

Аналитикалық тәсілмен ауданды анықтау

Көпбұрыштың ауданын оның ұштарының координаталары арқылы аналитикалық тәсілмен есептеп шығаруды қарастыралық. Көпбұрыштың ауданын трапециялар аудандарының алгебралық қосындысы ретінде жазуға болады (18-сурет).

$$S = S_{1'122'} + S_{2'233'} + S_{3'344'} + S_{4'455'} + S_{5'566'} + S_{1'166'} \quad (2)$$



18-сурет. Көпбұрыштың ауданын анықтау

Көпбұрыштың ұштарының 1-2-3-4-5-6 координаталарын біле отырып (2-кесте), әрбір трапецияның аудандарын мына формулалар бойынша анықтауға болады.

$$S_{1'122'} = \frac{x_1 + x_2}{2} (y_2 - y_1);$$

$$S_{2'233'} = \frac{x_2 + x_3}{2} (y_3 - y_2);$$

$$S_{3'344'} = \frac{x_3 + x_4}{2} (y_4 - y_3);$$

$$S_{4'455'} = \frac{x_4 + x_5}{2} (y_5 - y_4);$$

$$S_{5'566'} = \frac{x_5 + x_6}{2} (y_6 - y_5);$$

$$S_{1'166'} = \frac{x_1 + x_6}{2} (y_6 - y_1);$$

Осы трапецияның аудандарының мәнін (2) формула бойынша табамыз:

$$S = \frac{x_1 + x_2}{2} (y_2 - y_1) + \frac{x_2 + x_3}{2} (y_3 - y_2) + \frac{x_3 + x_4}{2} (y_4 - y_3) + \\ + \frac{x_4 + x_5}{2} (y_5 - y_4) + \frac{x_5 + x_6}{2} (y_6 - y_5) + \frac{x_1 + x_6}{2} (y_6 - y_1)$$

немесе

$$2S = (x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + (x_2 + x_3)(y_3 - y_2) + (x_3 + x_4)(y_4 - y_3) + \\ + (x_4 + x_5)(y_5 - y_4) + (x_5 + x_6)(y_6 - y_5) + (x_1 + x_6)(y_6 - y_1)$$

түрлендіруден кейін

$$2S = x_1(y_2 - y_6) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_5 - y_3) + x_5(y_6 - y_4) + x_6(y_6 - y_1) \quad (3)$$

немесе

$$2S = y_1(x_6 - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_4) + y_4(x_3 - x_5) + y_5(x_4 - x_6) + y_6(x_1 - x_3)$$

(3) формулада барлық абсциссалардың ординаталар айырымдарына (келесі ұшының бұрынғысынан басқасы) көбейтіндісінің қосындысы, ал екінші жағдайда барлық ординаталардың абсциссалар айырымдарына көбейтіндісінің қосындысы қатысып отыр. Егер көпбұрыштың кез келген ұшын i деп қабылдасақ, онда содан кейін сағат тілінің бағыты бойымен есептеген кездегі ұшы $i+1$ -ге, ал бұрынғысы $i-1$ -ге тең болады. Біздің мысалымызда, егер 1 ұшын i деп қабылдасақ, онда бұрынғы ұшы 6 болады да, ал 2 келесі ұшы болады. Осы негізге сүйене отырып, алты қабырғалы көпбұрыштың ауданын жалпы түрде былай анықтауға болады:

$$2S = \sum_{i=1}^6 x_i (y_{i+1} - y_{i-1}),$$

$$2S = \sum_{i=1}^6 y_i (x_{i-1} - x_{i+1}).$$

(4)

n қабырғалы көпбұрыш үшін

$$2S = \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}),$$

$$2S = \sum_1^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}).$$

(5)

Алты қабырғалы көпбұрыштың ұштарының координаталары 2-кестенің 2-ші және 3-ші графаларында келтірілген.

2- кестеде есептеу реті келтірілген.

Есептеулерді тексеру 2-кестенің 4-ші және 5-ші графаларында келтірілген координаталардың алгебралық қосындысының айырымы нөлге тең болуы керек. Аудандарды аналитикалық тәсілмен есептегенде, ықтимал шекті қателігінің

шамасы $\frac{1}{1000}$ тең.

Ауданды есептеу алдында координаталардың мәндерін 0,1м-ге дейін, ал кестенің 6-шы және 7-ші графаларындағы көбейтінділерді 1м-ге дейін дөңгелектеуге болады.

Көпбұрыштың ұштарының координаталары бойынша учаскенің ауданын есептеу

2- кесте

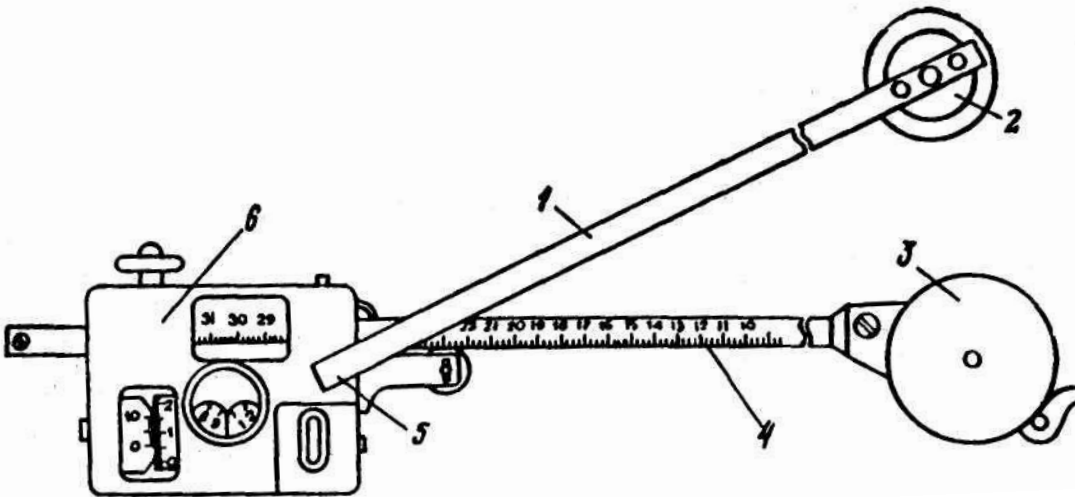
Ұштарының реттік қатары	Координаталары, м				
	x _i	y _i	Айырымы		Көбейтінді
			y _{i+1} -y _{i-1}	x _{i-1} -x _{i+1}	
1	2	3	4	5	6
1	500,0	500,0	+3,3	-282,8	+1650
2	326,7	424,5	-229,1	-83,4	-74847
3	416,6	270,9	-236,1	+196,8	-98359
4	523,5	188,4	+48,4	+271,2	+25337
5	687,8	319,3	+232,8	+86,0	+160120
6	609,5	421,2	+180,7	-187,8	+110137
			+465,2	+554,0	+297798
			-465,2	-554,0	-173206
			0,0	0,0	124038
					S = 62

Механикалық тәсіл

Аудандарды механикалық тәсілмен анықтау планиметрді қолдануға негізделген. Әртүрлі фигуралардың пландағы ауданын есептеп шығаруға мүмкіндік беретін аспаптарды планиметрлер деп атайды.

Полярлық планиметрдің құрылысы

Планиметр (19-сурет) екі рычагтан және күймешеден 6 (күймеше дегеніміз есептеу механизмін алып жүретін планиметр бөлігі) тұрады. Иіктірек 1 полюстік деп аталады, оның бір шетінде жүк 2, төменгі жағында ине (полюс), ал екінші шетінде басы шар тәрізді стержень 5 болады, ол күймешедегі (20-сурет) шар тәріздес саңылауға 5 қондырылады.

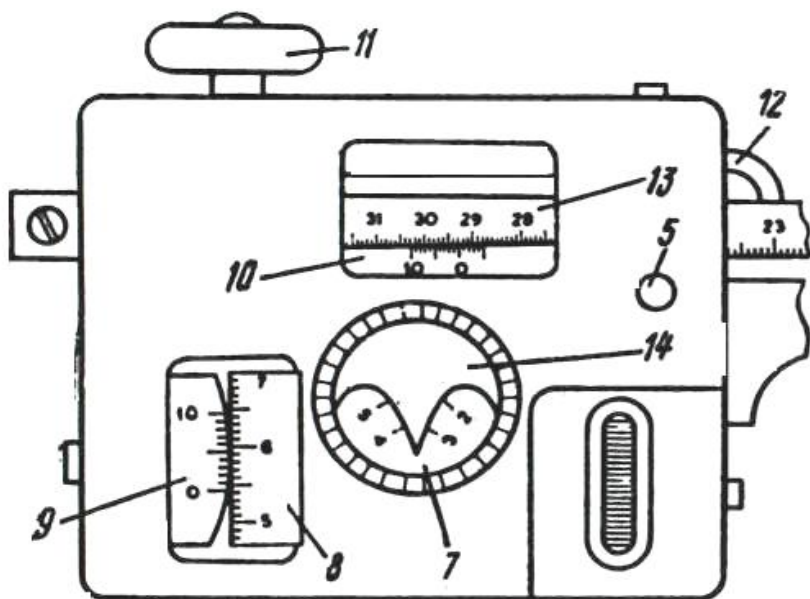


19-сурет. Полярлық планиметр ППИ-М:

- 1-полюстік иіктірек, 2-төменгі жағында инесі бар жүк,
- 3-ортасында дөңгелегі бар линза, 4-айналдырма иіктірек,
- 5- күймешедегі шар тәріздес саңылау, 6-күймеше

Екінші иінтірек 4 айналдырма иінтірек деп аталады. Оның бір шетіне каретка (20-сурет) тағылған, ал екінші шетінде анықталатын ауданның контуры арқылы айналдыруға арналған ортасында дөңгелегі бар линза 3 қондырылған.

Планиметрдің иінтірегі айналдырма иінтіректе жылжи алады, ол иінтірекке винт арқылы бекітіледі. Күймешедің верньері 9 бар. Айналманың үстіңгі жағына бөліктер түсірілген. Есептеу механизмінің есептеу дөңгелегі 8 және есептеу дөңгелектің толық айналымын есептеуге арналған санаушы 7 бар.



20-сурет. Полярлық планиметрдің есептеу механизмі

Планиметрмен ауданды және планиметрдің бір бөлігінің

құнын анықтау

Полярлық планиметрмен жазық фигураның ауданын полюсті осы фигура контурының сыртында немесе ішінде орнатып анықтауға болады. Бірінші жағдайда планиметрдің линзалы дөңгелегін фигура контурының бір нүктесіне қойып, есептеу механизмінен n_1' есептеуін алады да, линзалы дөңгелекпен сағат тілінің бағыты бойымен фигура контурын бастапқы нүктеге жеткенге дейін айналдырады. Фигураны айналдырғаннан кейін планиметрден екінші есептеу n_2' алынады. Бұл есептеулер есептеу механизмі оң жақта (ПО – «полюс онда») тұрған кезде айналдырғанда алынған. Ал осыдан кейін есептеу механизмінің орнын сол жаққа ауыстырып орнатып (ПС-«полюс солда»), айналдырғанда екінші n_1'' және n_2'' есептеулері алынады. Осы есептеулерді 3-кестеге жазады. Есептеулер айырымы

$$n' = (n_2' - n_1') \text{ және } n'' = (n_2'' - n_1''),$$

осыдан

$$n_{орта} = \frac{n' + n''}{2}.$$

Айналдырылған фигура ауданы планиметр бөлігімен есептелінеді. Бұл аудан м² немесе га-мен есептелетін болса, онда $n_{орта}$ шамасын планиметр бөлігінің құнына p көбейту керек.

$$S = p \cdot n_{орта},$$

мұндағы p - планиметрдің бір бөлігінің құны.

Егер ауданды S анықтаған кезде полюс контурдың ішінде болса, онда

$$S = p \cdot (n_{орта} + Q_n),$$

мұндағы $Q_n = S : p - n_{орта}$ - планиметрдің тұрақты саны.

Планиметрмен аудандарды анықтау ведомосты

3-кесте

Есептеулер					
n'	ПО	n''	ПС	орта	

алынған мәнімен 1:2000 масштабты пландағы аудандарды есептеп шығару үшін, егер планиметрдің айналдырма иіктірегінің ұзындық өлшемі өзгермейтін болса, оны есепке қолдануға болады.

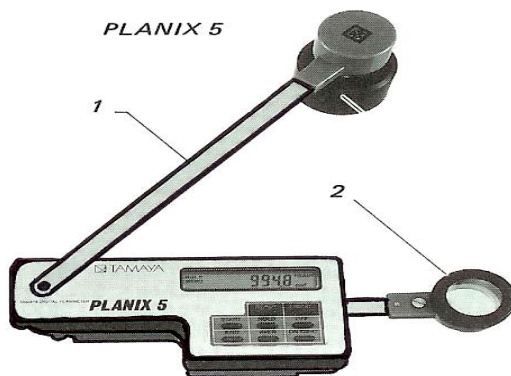
Планиметрдің бір бөлігінің құнын анықтау ведомості

4 – кесте

Есептеулер					
n'	ПО	n''	ПС	орта	
1	2	3	4	5	
n'_2	7330	n'_2	2884		План
n'_1	6324	n'_1	1880		$R = 16$
$(n'_2 - n'_1)$	1006	$(n''_2 - n''_1)$	1004	1005	$p = S \cdot n_{опт}$ $= 39,80 м^2$

Жапония шығарған планиметрді (21-сурет) пайдаланып картада ауданды былайша анықтауға болады. Бұл планиметрде полюстік 1 және айналдырма 2 иіктіректерінен тұрады. Кез келген ауданы анықталатын фигураны планиметрдің айналдырма иіктірегімен айналдырғанда аудан мөлшері есептеу механизмінде см² есептелінеді. Картаның масштабын біле отырып ізделінген ауданды анықтауға болады. Мысалы, масштабы 1:25000 картада планиметрмен өлшенген фигураның см²-пен анықталған ауданы $S_1 = 19,0$ см². Картадағы берілген масштабтағы 1 см² ауданның мөлшері мынаған тең $S_2 = 250 \times 250 = 62500$ м². Сонда ізделініп отырған фигураның ауданын мына формуладан анықтауға болады

$S = S_1 \times S_2$, м². $S = 19,0 \times 62500 = 1187500$ м² немесе $S = 118,8$ га.



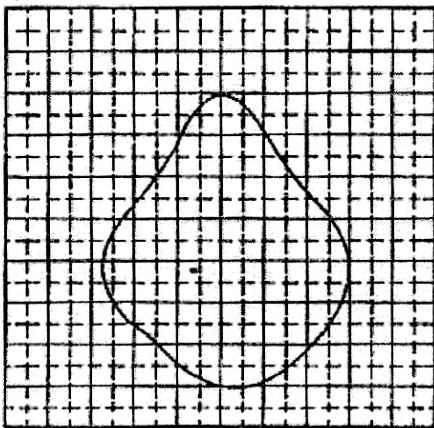
21-сурет. Жапониялық планиметр

Картадағы кез келген ауданды палетканың көмегімен де анықтауға болады. Планиметрмен салыстырғанда осы тәсілдің дәлдігі төмен болады. Осы мақсатпен ауданды анықтау үшін алдын ала мөлдір қағаздан квадраттық 0,5х0,5 см және сызықтық 0,5 см палеткаларды дайындау қажет. Қисық контурлы фигураның ауданын (22,а-сурет) квадраттық палетканы пайдаланып анықтағанда, палеткадағы ауданы ізделінген контур ішіндегі толық квадраттардың санын есептейді (фигураның контурындағы жарты квадраттардың екеуі бір толық квадрат болып саналады). Сонда фигураның анықталатын ауданы S толық квадраттардың санын картаның масштабына сәйкес палетканың бір квадратының ауданына көбейткенге тең болады

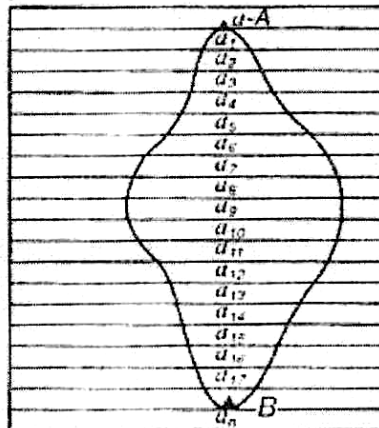
$$S = S_T \times S_K, \text{ м}^2,$$

мұндағы S_T – картада анықталатын аудан контуры ішіндегі толық квадраттар саны; S_K – карта масштабына сәйкес бір квадраттың ауданы, м^2 .

a)



б)



22-сурет. Ауданды палеткамен анықтау

Қисық контурлы фигураның ауданын сызықтық палеткамен анықтағанда палетканың кез келген екі сызығын фигураның контурының шетіндегі А және В нүктелерімен түйістіреміз (22,б-сурет). Сонда палетканың сызықтары фигураның табандары $a_1, a_2, \dots, a_n$ арқылы анықталатын ауданды бірқатар трапецияларға бөледі. Шеткі трапециялардың табандарының ұзындығы 0-ге тең болады. Фигураның ауданы ішіндегі трапециялар аудандарының қосындысына тең болады, яғни

$$S_F = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n \quad (4.3)$$

немесе

$$S_c = \frac{a_{0+} + a_1}{2} h + \frac{a_{1+} + a_2}{2} h + \dots + \frac{a_n + a_{m+1}}{2} h$$

$$2S_F = h(a_0 + 2a_1 + 2a_2 + \dots + a_{n+1}).$$

Егер $a_0 = 0$, $a_{n+1} = 0$ болса, онда анықталатын аудан мына формуладан табылады

$$S_F = h(a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{n+1}), \text{ м}^2.$$

мұндағы $a_1, a_2, \dots, a_{n+1}$ -кесінділері циркуль-өлшеуішпен не курвиметрмен өлшенеді.

Планиметрмен жұмыс істеу ережелері

1. План немесе карта түсірілген қағаз беті тегіс, әрі керілген болуы керек.
2. Айналдырма иінтіректің ұзындығын ауданның көлеміне байланысты орнықтырған дұрыс: неғұрлым аудан үлкен болса, соғұрлым иінтірек ұзындау болғаны жөн.
3. Планиметрдің полюс орнын айналдырма және полюстік иінтіректер аралығындағы бұрыш фигураны айналдырған кезде, 30°C -тан кем және 150°C -тан артық болмауы тиіс, ал шығыршықтың жиегі тек қана план немесе карта қағазының, не тегіс сызу тақтасының үстінде жылжығаны жөн. Жұмыс кезінде шығыршықтың жиегі қағаздан тақтаға көшуіне немесе керісінше болуына ешуақытта жол берілмеуі керек.
4. Планиметрмен фигураны айналдырған кезде, шығыршықтың жиегі бірқалыпты айналуына ешқандай кедергі болмауы қажет.
5. Планиметр линзасының дөңгелегімен фигураның контурын айналдыруда, есептеу механизміндегі сандарды еркін оқи алатындай жылдамдықпен айналдырған дұрыс.
6. Фигураның контурын планиметрдің линза дөңгелегімен басқа бір қосалқы заттардың көмегісіз айналдырады. Егер айналдыру кезінде шеңбер контурдан шығып кетсе, онда шеңберді келесі учаскеде контурдың кері жағына бұруға болады, бірақ бұл әдісті қолданбаған дұрыс.
7. Фигураны планиметрмен айналдыруда басталған жерін бітіру керек. Енсіз созылған фигуралардың аудандарын планиметрмен емес, геометриялық әдіспен

анықтаған жөн (мысалы, жолдар, тау жыралары мен өзендердің аудандары).

8. Кішкентай контурлардың жалпы ауданын анықтау үшін, оларды сызықтармен қосу керек, содан соң планиметрмен пайда болған контурдың сыртқы жағымен, ал содан кейін ішкі контурымен айналдырады. Бірінші және екінші айналдыру сандар бөлігінің айырымы планиметрдің кішкентай контурларының жалпы ауданына сәйкес бөліктер санын алуға мүмкіндік береді.

9. Циферблаттың нөлі қанша рет есептеу механизмі тілінің жанынан өтетінін байқап отыру қажет.

10. Әрбір фигураны планиметрмен айналдыру полюстің екі жағдайында жасалғаны жөн: ПО және ПС. Бір ауданда екі айналдырудың айырымы бір-бірінен анықталатын ауданның $\frac{1}{200}$ планиметрдің бөлігімен білдірілгеннен

аспауы қажет.

11. Бір бөліктің құнын және планиметрдің тұрақты санын ауданы белгілі бір фигураны бірнеше рет айналдыру нәтижесінде анықтау керек, осы кезде есептеу механизмі иіңтіректе орнықты бекітілген болуы тиіс.

12. План мен картаға үлкен аудандарды бөлшектеу арқылы планиметрмен анықтайды. Тұтас фигураны аз ғана қисық сызықтармен бөліктерге бөледі.

13. Планиметр арқылы ауданды анықтағанда, есептеулерді арнайы журналға түсірген жөн. Егер аудан контурын айналдыру сағат тілінің бағыты бойымен анықталатын болса, онда бірінші айналдырудың алдында көрсетілетін планиметр санын журналдың төменгі жолына жазады.

14. Ауданы 10 дм^2 фигураларды қарастырған кезде полюсті анықталатын ауданның сыртында орнатқанның өзіндік ерекшелігі бар, себебі есептеулерде планиметрдің тұрақты саны (Q_n) есепке алынбайды.

15. Ауданды айналдырғанда, бастапқы нүкте фигура контурының есептеу дөңгелегі ең жай айналатын жерде болатындай етіп тандаған жөн.

16. Егер планда немесе картада бірнеше контурлар болатын болса, онда олардың ауданы мынадай жолмен анықталады: алдымен планиметрдің бөлігінде барлық фигуралардың ауданын (n), содан кейін әрбір контурдың ауданын жеке-жеке $n'_1, n'_2, \dots, n'_k$ табады, ал олардың қосындысы n -ге тең болуы керек. Теория жүзінде барлық фигуралардың ауданы былай анықталады:

$$n = n'_1 + n'_2 + \dots + n'_k = \sum_1^k n' ,$$

ал практикада:

$$n - \sum_1^k n' = \pm n$$

Қателік $(\Delta n) \frac{1}{200} n$ -нен $\frac{1}{400} n$ -ге дейінгі аралықтан аспауы керек. Үлгісиздік (Δn) барлық $n'_1, n'_2, \dots, n'_k$ мәндерінің бөліктеріне пропорционал бөлінеді.

3. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БҰРЫШТЫҚ ӨЛШЕУЛЕР

3.1. Теодолиттердің жіктелуі

Горизонталь және вертикаль бұрыштарды, магниттік азимутты, ара қашықтықты және биікайырымды жергілікті жерде өлшеуге қолданылатын аспап теодолит деп аталады.

Қазіргі уақытта теодолиттердің барлығы оптикалық болып саналады. Қолданылып жүрген теодолиттер дәлдігі, есептеу құрылғыларының түрі, горизонталь дөңгелегінің вертикаль өстері жүйесінің құрылмасы және атқаратын міндеті жағынан әртүрлі болады.

Бұрыштарды өлшеуге арналған теодолиттер дәлдігіне байланысты

үш түрге бөлінеді:

1. Жоғары дәлдікті Т1 теодолиті - 1-ші және 2-ші класс триангуляциясы мен полигонометриядағы бұрыштарды өлшеуге арналған.

2. Дәл теодолит Т2 - 3-ші және 4-ші класс триангуляциясы мен полигонометриядағы бұрыштарды өлшеуге арналған; Т5 теодолиті 1-ші және 2-ші разрядтық триангуляциялық жүйелер мен полигонометриядағы бұрыштарды өлшеу және инженерлік-геодезиялық ізденістерді және геодезиялық жұмыстарды жүргізу үшін қолданылады.

3. Техникалық теодолиттер Т15, Т30 және Т60 - теодолиттік және тахеометриялық жүрістерде және түсіргі жүйелерінде, сондай-ақ инженерлік-геодезиялық ізденістерді және геодезиялық жұмыстарды атқару кезіндегі бұрыштарды өлшеуге арналған.

Теодолиттердің шартты белгілеріндегі цифр горизонталь бұрышты бір тәсілмен өлшеудің секундтық орташа квадраттық қателігін білдіреді; Т5 теодолиті үшін $m_{\beta} = 5''$, Т30 үшін $m_{\beta} = 30''$ және т.с.с.

Осы аталған теодолиттердің ішінен практикумда қарастырылатын 2Т5К және Т30 теодолиттерінің техникалық және метрологиялық сипаттамалары 5-ші және 6-ші кестелерде көрсетілген.

Теодолиттердің техникалық сипаттамалары.

5-кесте

Реттік қатары №№	Сипаттамалары	2Т5К
1	Вертикаль бұрыштарды өлшеу шегі	-55° ...+6
2	Дүрбінің үлкейтуі, еселік.	27,5X
3	Дүрбінің көз жетер жерінің бұрышы	1°30'
4.	Дүрбінің нысаналау шегі, м.	2 ...∞

5-кестенің жалғасы

5.	Есептеу құрылғысының бөліктерінің бағасы: Лимбалар шкалалық микроскоп Есептеу қателігі Іздегіш дөңгелек Теодолитті 1°-қа еңкейткенде компенсатордың қателігі, сек. Компенсатордың жұмысының диапазоны, мин.	1° 1' - 10° $\leq 2''$ $\geq \pm 3'$
6.	Көлденең дөңгелектегі деңгейдің бөлікте-рінің бағасы, сек.	30"
7.	Оптикалық тіктеуіштің үлкейтуі, еселік.	25 ^x
8.	Оптикалық тіктеуіштің көз жетер жерінің бұрышы.	4°30'

9.	Оптикалық тіктеуішті нысаналау, шегі, м.	0,6 ...∞
10	Теодолиттің массасы, кг.	3,7
11	Тұғырықтың массасы, кг.	0,7
12	Қораптағы теодолиттің массасы, кг.	8,5
13	Штативтің массасы, кг.	5,5

Теодолиттердің метрологиялық сипаттамалары.

6 - кесте

Реттік қатары №№	Сипаттамалары	2Т
1.	Горизонталь бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қателігі, сек.	5"
2.	Вертикаль бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қателігі, сек.	8"
3.	Горизонталь дөңгелектің диаметрлерінің қателіктері, сек.	2,5"
4.	Жіпті қашықтық өлшеуішінің коэффициенті, процент	100 ±
5.	Горизонталь дөңгелектің есептеу құрылғысының рені, сек.	3"
6.	Вертикаль дөңгелектің есептеу құрылғысының рені, сек.	3"
7.	Вертикаль дөңгелектің эксцентриситеті, сек.	10"
8.	Коллимациялық қателігі, сек.	15"
9.	Вертикаль дөңгелектің нөлдік орны, сек.	15"

3.2. Теодолиттердің негізгі бөліктері

Тапсырманың мақсаты:

- аспаптың негізгі бөліктерінің аттарын оқып білу.

Керекті құралдар мен аспаптар: теодолит жинағы және тапсырманың бланкісі немесе жұмыс дәптері.

Теодолиттің (23-сурет) лимб деп аталатын металл немесе шыны дөңгелегі бар, оның қиғаш шетіне 0° -тан 360° -қа дейінгі бөліктер түсірілген. Бөліктерді есептеу сағат тілінің бағыты бойымен дәл келеді. Лимбаның центрі өлшенілетін бұрыштың төбесі арқылы өтетін тік сызыққа орналастырылады. Лимбаның жазықтығына өлшенілетін бұрыштың жақтары проекцияланады. Бұл кезде лимб жылжымайтын әрі горизонталь болуы тиіс. Лимбаның үстінде сызықтың төңірегінде айналатын теодолиттің жоғарғы бөлігі орналастырылған, бұл бөліктің ішінде алидада және дүрбі 4 бар. Дүрбі тұғырыққа 2 горизонталь болатын HH_1 өсінің төңірегінде айналғанда, онда колимациялық деп аталатын жазықтықтары түсіріледі. Лимба мен алидаданың осьтері сәйкес келуі керек, бұл арада алидаданың FF_1 айналу өсі аспаптың негізгі немесе вертикаль өсі деп аталады.

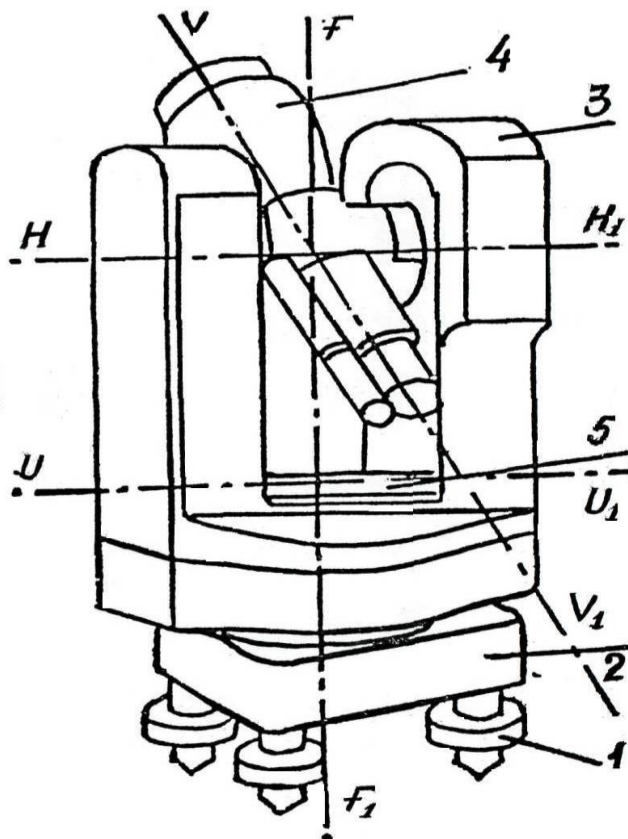
Алидада да көрсеткіш бар, ол алидаданың лимба шкаласындағы орнын белгілеуге мүмкіндік береді және есептеудің дәлдігін арттыру үшін, арнайы есептеу құрылғысымен қосақтала жасалған. Лимба мен алидада алидадаға бекітілген металл қаптамамен жабылған.

Теодолиттің негізгі өсі цилиндрлік деңгейлеуіш 5 арқылы үш көтеру винттерінің 1 көмегімен вертикаль жағдайға келтіріледі. Теодолиттің дүрбісі горизонталь өсі маңайында 180-қа айналдырылуы, яғни зенит арқылы ауыстырылуы мүмкін. Дүрбінің айналу өсінің бір жағында вертикаль дөңгелек 3 бекітілген, ол өспен берік жалғанған, әрі онымен бірге айналады. Негізінде вертикаль дөңгелек горизонталь дөңгелек тәрізді жасалған; ол вертикаль бұрыштарды (көлбеу бұрыштарды) өлшеуге арналған. Егер теодолитке окуляр жағынан қарасақ, вертикаль дөңгелек дүрбінің оң немесе сол жағында орналасуы мүмкін. Бірінші орны «оң дөңгелек» ОД, екінші орны «сол дөңгелек» СД деп аталады.

Теодолиттің айналатын бөліктерін қозғалмайтын жағдайға келтіру бекіткіш (қысу) винттерімен, ал бірқалыпты немесе баяу айналдыру микрометрлік (жетекші) винттермен жасалады.

Теодолиттің буссолі, штативы және тіктеуіші бар. Буссоль магниттік азимутты өлшеу үшін қолданылады. Үш сирақты штативтің бас жағы металдан жасалады. Теодолит штативтің

басына стан винттің көмегімен бекітіледі. Тіктеуіш теодолитті нүктенің үстіне центрлеу үшін, яғни лимбаның центрін өлшенілетін бұрыштың төбесіне орналастыру үшін қолданылады.



23-сурет. Теодолиттің геометриялық өстерінің схемасы:

FF_1 – теодолиттің вертикаль айналу өсі;

UU_1 –цилиндрлік деңгейлеуіштің өсі;

HH_1 –теодолиттің горизонталь өсі немесе дүрбінің айналу өсі;

VV_1 – дүрбінің нысаналау өсі; 1-көтеру винттері, 2-тұғырық; 3-

вертикаль дөңгелек; 4-дүрбі; 5-цилиндрлік
деңгейлеуіш

3.3. Дәл және техникалық теодолиттердің құрылысы

Тапсырманың мақсаты:

- 2Т5К және ТЗО теодолиттерінің негізгі бөліктерін оқып білу;
- теодолиттерді жұмыс жағдайына келтіруді меңгеру;
- горизонталь және вертикаль дөңгелектер бойынша есептеу алуды үйрену.

Керекті құралдар мен аспаптар: теодолиттер жинағы және тапсырманың бланкісі немесе жұмыс дәптері.

2Т5К – оптикалық дәл теодолитінің құрылысы

2Т5К теодолитінің (24-сурет) келесі негізгі ерекшеліктері бар. Вертикаль өсінің жүйесі қайталауыш емес. Вертикаль дөңгелектің алидадасындағы деңгейлеуіштің рөлін оптикалық компенсатор орындайды. Дүрбінің және горизонталь дөңгелектің алидадасының жетекші винттері 3 және 6 шүріппе түріндегі бекіткіш винттерімен 2 және 5 бірге жабдықталған. Осы винттер теодолиттің бір жағына орналасқан.

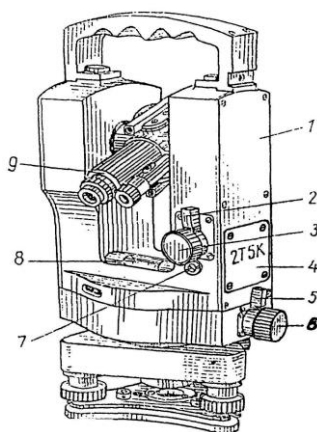
Дүрбі 4 зенит арқылы екі жағымен ауыстырылады және дүрбіні фокустау кремальераны 8 айналдыру арқылы жүзеге асырылады. Дүрбінің окулярын 10 көзге сәйкестендіріп қойып, жіптер торының анық бейнесінің көрінуін диоптриялық сақинаны айналдыру арқылы жүзеге асырылады. Дүрбі бақылайтын нүктені жуықтап нысаналау үшін коллиматорлық көздеуішпен 6 жабдықталған.

Дүрбі теодолиттің көлденең өсіне 2 бекітілген. Горизонталь дөңгелектің орнатылуын бақылау үшін, дөңгелек іздегіш 20 қолданылады.

Горизонталь дөңгелектің алидадасындағы цилиндрлік деңгейлеуіштің 8 өсі жөндеу винтімен 7 түзетіледі. Цилиндрлік

деңгейлеуіш теодолитті жұмыс жағдайына келтіру қызметін атқарады.

Теодолитті центрлеуге оптикалық тіктеуіш 19 (25-сурет) қолданылады, ол үшін оның окулярын көзге сәйкестендіріп қойып, жіптер торының анық көрінісін диоптриялық сақинаны айналдыру арқылы алып, тіктеуіштің центрін жергілікті жердегі нүктеге фокустайды. Теодолитті алып жүруге ыңғайлы болу үшін, теодолиттің колонкасына винттермен 5 тұтқа 2 бекітіледі.



24-сурет. 2Т5К теодолиті:

1,4 – қакпак, 2,5-шүріппе түріндегі бекіткіш винттері,
3,6-жетекші винттері, 7- горизонталь дөңгелектегі
цилиндрлік
деңгейлеуіштің жөндеу винті, 8-цилиндрлік деңгейлеуіш,
9-қалпақша

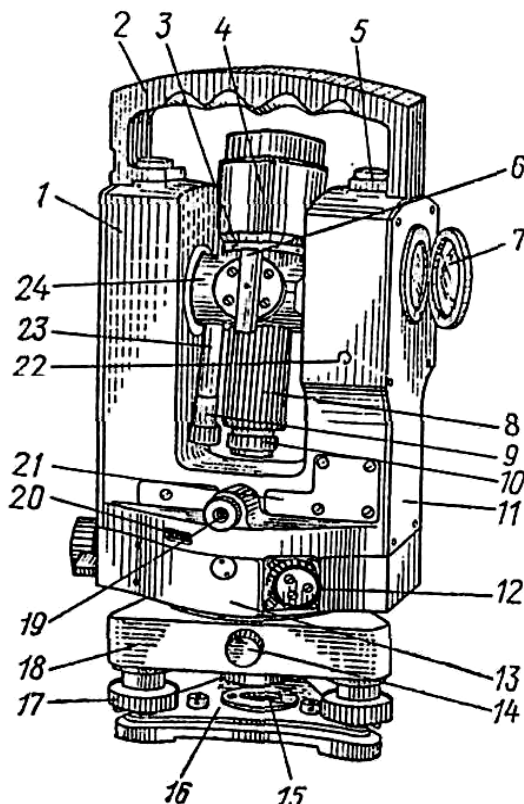
Теодолит тұғырыққа 18 винтпен 14 бекітіледі. Тұғырық алмалы-салмалы. Көтеру винттерін 17 айналдыру арқылы теодолиттің тік өсін жұмыс жағдайына келтіреді. Тұғырық штативке стан винтпен бекітіледі.

Есептеу құрылғысына жарық түсіру үшін жарықтауыштың 7 айнасын қолданады. Есептеу тетігінің оптикалық схемасы есептеу құрылғысының көз жетер жерінде вертикаль және горизонталь дөңгелектердің шыныдан жасалған штрихтарының кескіні бір мезгілде көрініп тұратындай болып

құрастырылған. Есептеу құрылғысының шкалалық микроскопының окуляры 9 дүрбінің окулярымен қатар орналасқан.

Микроскоптың (26-сурет) көз жетер жерінде вертикаль (үстінде В әрпімен) және горизонталь (астында Г әрпімен) дөңгелектердің кескіні көрініп тұрады.

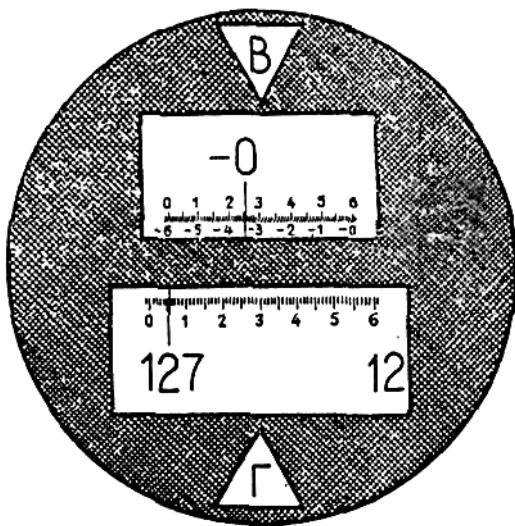
Бұрыш өлшеуіш дөңгелектер 1° арқылы бөлінген, онда әрбір штрих цифрланған. Микроскоптың көз жетер жерінің жоғарғы және төменгі жартыларында 60 негізгі және 2 қосымша бөліктері бар екі шкала болады. Шкаланың әрбір бөлігі $1'$ -қа сәйкес келеді. Бөліктің үлесі көзбен бағаланады. Шкаламен есептеудің қателігі $0',1$ -қа жуық болады.



25-сурет. Теодолиттің жалпы көрінісі:

1-бағана; 2-тұтқа; 3-бекіткіш сақинасы; 4-дүрбі; 5-винт;
 6-коллиматорлық көздеуіш; 7-айна; 8-кремальера; 9-
 микроскоптың окуляры; 10-дүрбінің окуляры; 11-қақпақ; 12-
 лимбінің орнын ауыстыратын винт; 13-горизонталь
 дөңгелегінің түбінің қаптамасы; 14-тұғырлықтың бекіткіш
 винті; 15-втулка; 16-трегер; 17-көтеру винті; 18-тұғырлық; 19-
 оптикалық тіктеуіштің окуляры; 20-дөңгелек іздегіштің
 илюминаторы; 21-қақпақ; 22-винт; 23-микроскоп; 24-
 горизонталь ось

Вертикаль дөңгелек шкаласының таңбалары $\langle\langle + \rangle\rangle$ және $\langle\langle - \rangle\rangle$ - екі қатар цифрлары болады. Шкаланың таңбасы $\langle\langle + \rangle\rangle$ лимбаның штрихы қиып өткен жағдайда шкаланың жазулары солдан оңға қарай өседі, ал таңбасы $\langle\langle - \rangle\rangle$ - болғанда, оңнан солға қарай өседі. 26-суретте вертикаль дөңгелектегі есептеу минус $0^{\circ}34'5''$, ал горизонталь дөңгелектегі есептеу $127^{\circ}05'5''$.



26-сурет. 2Т5К
 теодолитінің

микроскопының көз жетер жері

Т30 – оптикалық техникалық теодолиттің құрылысы

Т30 теодолиті - цилиндрлі вертикаль өсі бар шағын көлемді оптикалық қайталауыш теодолит. Теодолиттің табаны 15 (27-сурет) қораптың түбінің қызметін атқарады, ол тұғырықпен 14 жалғанған. Бұл жағдай аспаптың массасын азайтып қана қоймай, сонымен қатар пайдаланған кезде қосымша қолайлылық туғызады, себебі бір нүктеден екінші нүктеге көшкенде теодолитті штативтен шығармай-ақ қорабымен жабуға мүмкіндік береді.

Дүрбі 12 бақылайтын нүктені жуықтап нысаналау үшін оптикалық көздеуішпен 4 жабдықталған. Дүрбіні фокустау кремальераны 1 айналдыру арқылы жүзеге асырылады. Диоптриялық сақинаның 2 көмегімен дүрбіні көзге сәйкестендіріп қоюға болады.

Т30 теодолитінің вертикаль дөңгелегінің деңгейлеуіші жоқ. Оның орнына дүрбінің айналу өсіне перпендикуляр орналасқан горизонталь дөңгелегіндегі цилиндрлік деңгейлеуіш 11 қызмет етеді.

Теодолитті центрлеуге жіпке ілінген металлдан жасалған тіктеуішті немесе дүрбіні қолдануға да болады, ол үшін оны вертикаль (объективін төмен) қояды да саңылау 12 (28-сурет) арқылы бұрыштың ұшына бекітілген белгіні нысаналайды. Дүрбіні зенит арқылы екі жағымен де ауыстыруға болады. Есептеу құрылғысына жарық түсіру үшін, жарықтауыштың 11 айнасын қолданылады. Есептеу тетігінің оптикалық схемасы есептеу құрылғысының көз жетер жерінде вертикаль және горизонталь дөңгелектердің шыныдан жасалған штрихтарының кескіні бір мезгілде көрініп тұратындай болып құрастырылған.

Т30 теодолитінде бұрыш өлшеуіш дөңгелек бөліктерінің үлесін бағалау қозғалмайтын индексмен шығарылады. Осылай есептеу әдісі неғұрлым қарапайым болып табылады және мейлінше кіші аралықтың ондық үлестерін бағалауға мүмкіндік береді.

Есептеу құрылғысының микроскоп бағалаушысы 2 окулярмен қатар орналасқан. Микроскоптың (29-сурет) көз жетер жерінде вертикаль (үстінде В әрпімен) және горизонталь (астында Г әрпімен) дөңгелектердің кескіні көрініп тұрады. Екі дөңгелектің де бағалау бөліктері 10^{-4} қа тең. Есептеулерді қозғалмайтын индексе арқылы бөліктердің ондық үлесін көзбен бағалау арқылы

жүргізеді. 29-суретте вертикаль дөңгелектегі есептеу $358^{\circ}48'$ -қа, ал горизонталь дөңгелектегі есептеу $70^{\circ}50'$ -қа тең.

3.4. Теодолиттерді тексеру мен жөндеу

Тапсырманың мақсаты:

- дәрістерде алған білімін бекіту;
- теодолиттердің тексеру мен жөндеуді орындау дағдысын

алу.

Керекті құралдар мен аспаптар: теодолит жинағы және тапсырманың бланкісі немесе жұмыс дәптері.

Теодолитті жасауда сақталуға тиісті геометриялық шарттар горизонталь бұрышты өлшеудің принципті схемасынан шығады, олар мына төмендегідей:

- аспаптың айналуының вертикаль өсі тік болуы тиіс;
- лимбаның жазықтығы горизонталь болуы тиіс;
- нысаналау жазықтығы вертикаль болуы тиіс.

Аспаптың құрылмасына қойылатын шарттардың сақталуын анықтау мақсатында жүргізілетін әрекеттер тексерулер деп аталады. Аспаптың бұзылған шарттарының орындалуын камтамасыз ету үшін жөндеулер жасалынады.

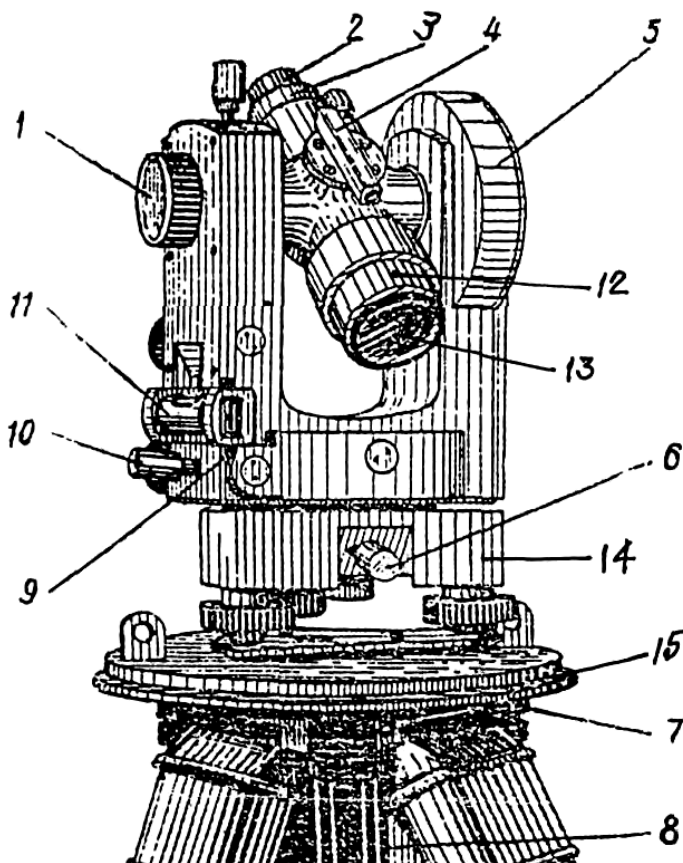
2Т5К теодолитінің тексерулері мен жөндеулері

1. Цилиндрлік деңгейлеуіштің өсі UU_1 теодолитінің айналу өсіне FF_1 перпендикуляр болуы тиіс. Осыны тексеру үшін 1 жағдай (30-сурет) деңгейлеуіштің өсін екі көтеру винттерінің бағытына сәйкестендіріп қояды да, оларды әр жаққа қарай айналдыру арқылы деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунктке келтіреді. Одан кейін алидаданы шамамен 90° -қа бұрып, деңгейлеуіштің өсін үшінші көтеру винтінің 2 жағдай, (30-сурет) 0 бағытына сәйкестендіріп қояды да, винтті әр жаққа айналдыру арқылы деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунктке келтіреді.

Осы жағдайдан кейін тағы алидаданы 90° -қа бұрады (бастапқы жағдайына қарама-қарсы 180° -қа, 3 жағдай, 30-сурет). Үшінші жағдайда деңгейлеуіштің үлбіреуігі нөл пунктте қалатын болса, онда UU_1 және FF_1 осьтерінің перпендикулярлық шарттары

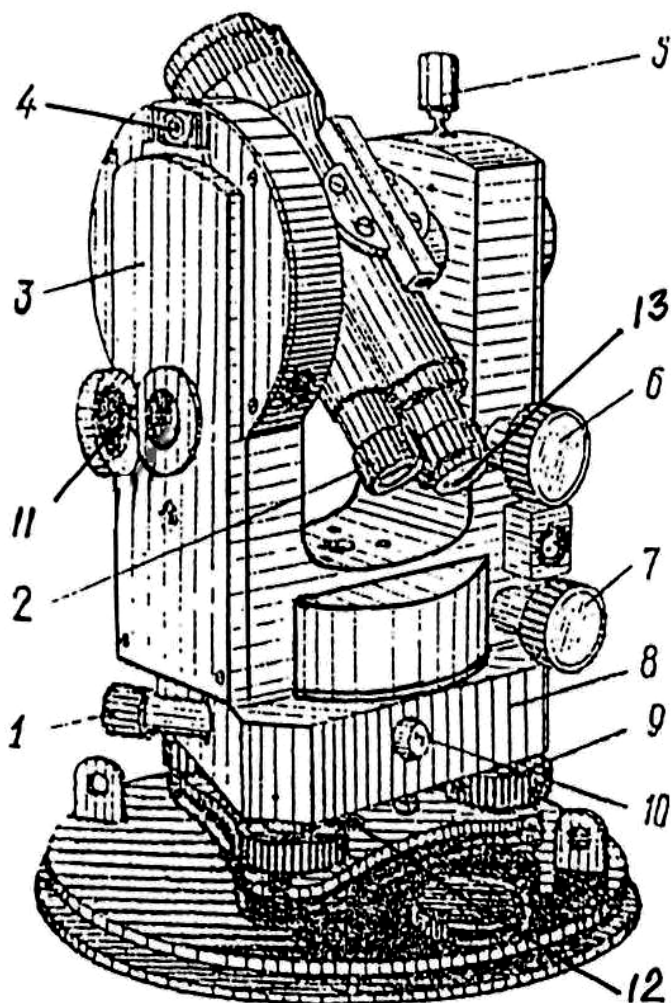
орындалғандығы. Үлбіреуік ортадан жылжығанда, деңгейлеуіштің орны түзету винттерінің көмегімен жасалынады.

Практика жүзінде тексеру былайша жасалынады: деңгейлеуішті екі көтеру винттеріне параллель етіп қояды да, солар арқылы деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунктке келтіреді; деңгейлеуіштің нөл пункті оның шкаласының ортасында болады; бұл кезде деңгейлеуіш пен алидаданың айналу өстерінің өзара орны өзгеріссіз қалады. Алидаданы 180° -қа бұрғаннан кейін деңгейлеуіш өсінің орнын, оның екінші қалпында нөл пункт шкаласынан үлбіреуіктің ауытқу доғасының жартысына түзетеді; бұл деңгейлеуіштің түзету винттерінің көмегімен жасалынады. Тексеруге қажетті шарт толық орындалғанға дейін қайталана береді.



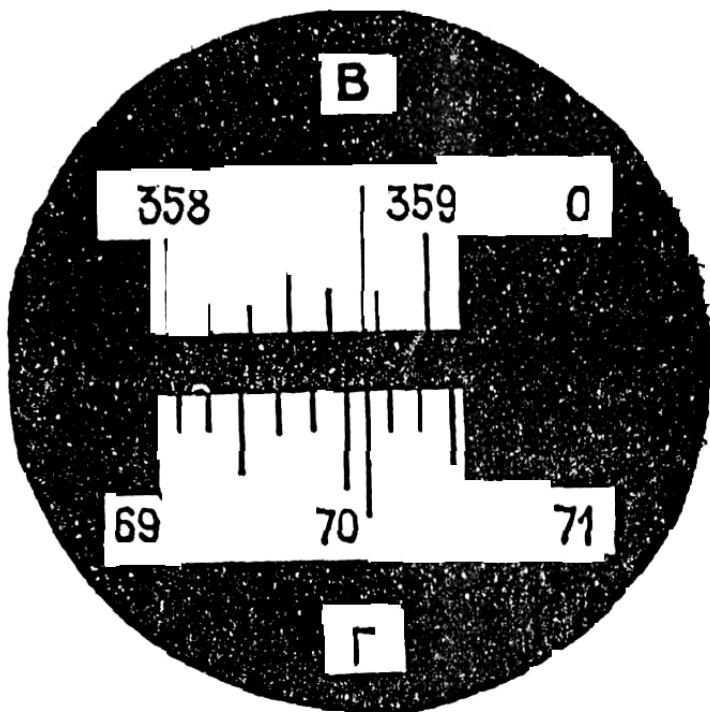
27-сурет. Штативке бекітілген Т30 теодолиті:
 1-кремальера; 2-диоптриялық сақина; 3-қалпақша; 4-оптикалық көздеіш; 5-вертикаль дөңгелек; 6-бекіткіш винті; 7-штативтің басы; 8-стан винті; 9-деңгейдің жөндеу винттері; 10-бекіткіш винті; 11-цилиндрлік деңгейлеуіш; 12-дүрбі; 13-объектив; 14-тұғырык; 15-теодолиттің табаны

2. Дүрбінің нысаналау өсі VV_1 теодолиттің горизонталь өсіне NN_1 (дүрбінің айналу өсі) перпендикуляр болуы тиіс. (23-сурет). Осы жағдайды тексеру үшін вертикаль дөңгелектің ОД және СД қалпында екі мәрте алыстау орналасқан бір М нүктесін (31-сурет) нысаналайды да, лимбадан $ОД_1$ $СД_1$

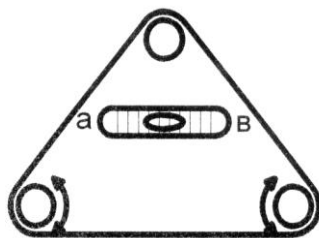


28-сурет. Теодолиттің жалпы көрінісі:
 1- жетекші винті; 2- микроскоптың окуляры; 3- қапқа; 4-
 буссольдың бекітілген орны; 5- дүрбінің бекіткіш винті; 6-
 дүрбінің жетекші винті;

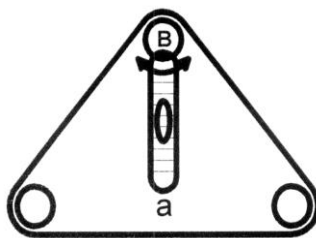
7-жетекші винт; 8-тұғырық; 9-тұғырықтың көтеру винттері;
10-втулка; 11- айна; 12- саңылау; 13- дүрбінің окуляры



29-сурет. ТЗО теодолитінің микроскопының көз жетер жері



1 жағдай
жағдай



2 жағдай

3

30-сурет. Цилиндрлік деңгейлеуіш өсінің орны

және $ОД_2$ $СД_2$ есептеулерін алады. Одан кейін коллимациялық қателігін шығарады:

$$C = 0,25(СД_1 - ОД_1 \pm 180^\circ) + (СД_2 - ОД_2 \pm 180^\circ) \quad (6)$$

Егер C -ның шамасы теодолиттің есептеу құрылығысының дәлдігінен артып кетсе, онда нысаналау өсінің орны түзетіледі. Коллимациялық қателіктің әсерін жою үшін лимбада есептеуді тауып көрсетеді:

$$N = 0,25(СД_1 + ОД_1 \pm 180^\circ) + (СД_2 + ОД_2 \pm 180^\circ) \quad (7)$$

Егер осы кезде жіптер торының центрі M нүктесінен шығып кетсе, онда түзету винттерінің көмегімен торды M нүктесінің кескінімен жіптер торының центрі беттескенше жылжытады. Осы тексеруді коллимациялық қателік аспаптың екі есе дәлдігінен аспайтын болғанға дейін қайталайды.

3. Теодолиттің горизонталь өсі (дүрбінің айналу өсі) HH_1 оның вертикаль айналу өсіне FF_1 перпендикуляр болуы тиіс (23-сурет). Осы тексеруді орындау үшін теодолитті биік ғимараттан 20-30м (31-сурет) қашықтықта орнатып, оның вертикаль өсін

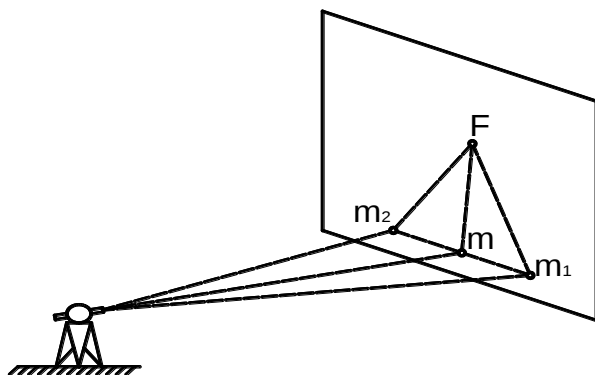
цилиндрлік деңгейлеуіш арқылы үш көтеру винттерінің көмегімен вертикаль жағдайға келтіреді. Осыдан кейін лимбіні бекітіп, ғимараттың жоғарғы жерінде белгіленген және жақсы көрінетін F нүктесін нысаналап, алидаданы бекітеді де, дүрбіні горизонталь жағдайына келгенше жайлап төмен түсіріп, қабырғада жіптер торының центрімен жабылатын m_1 нүктесін белгілейді. Одан кейін алидаданы боса-тып, теодолитті 180° -қа бұрады да, дүрбіні зенит арқылы ауыстырып, қайтадан F нүктесін нысаналап, алидаданы бекітеді де, дүрбіні m_1 нүктесінің деңгейіне дейін жайлап төмен түсіріп, жіптер торының центрімен жабылатын нүктесін белгілейді.

Егер де m_1 және m_2 нүктелері нүктесінде m дәл келмесе, онда теодолитті арнайы шеберханада түзетеді.

4. Дүрбінің жіптер торының вертикаль жібі AA_1 оның горизонталь өсіне (дүрбінің айналу өсіне) NN_1 перпендикуляр болуы тиіс (23-сурет). Осыны тексеру үшін теодолиттен 8-10 м қашықтықта ұзын жіпке тіктеуішті іледі. Жіптер торының вертикаль жібін тіктеуіштің жоғарғы нүктесіне бағыттады да, содан кейін дүрбіні жайлап төмен түсіргенде, жіптер торының вертикаль жібінен тіктеуіш жіптің кескіні шығып кетпесе, онда шарттың орындалғаны. Ал егер шығып кетсе, онда жіптер торының түзету винтерін бұрай отырып, жіптер торының вертикаль жібі тіктеуіш жібімен дәл беттескенше түзетеді. Осы түзету орындалғаннан кейін, тексеруді қайталайды.

5. Вертикаль дөңгелектің компенсаторы теодолиттің вертикаль өсінің $\pm 2'$ еңкейетін шегі кезінде, вертикаль дөңгелектен өзгеріссіз есептеу алынуын қамтамасыз етуі тиіс. Осы тексеруді орындау үшін жергілікті жерде алынған нүктенің бағытына көтеру винттерінің біреуін сәйкес қойып, теодолиттің вертикаль айналу өсін жұмыс жағдайына келтіреді. 50 м. қашықтықта орналасқан, нүктеге дүрбіні нысаналап, горизонталь дөңгелекті және дүрбіні бекіткіш винттерімен бекітеді. Көтеру винттерін бұрай отырып, теодолитті деңгейлеуіштің 3-4 бөлігіне еңкейтіп, дүрбіні қайтадан сол нүктеге нысаналайды да, вертикаль дөңгелектен есептеу алынады. Қарама-қарсы жағына қарай теодолитті деңгейдің 3-4 бөлігіне еңкейтіп, жоғарыда аталған іс-

әрекетті қайталайды. Егер теодолиттің бірінші және екінші еңкейтілуі



31-сурет. Жіптер торын тексеру

кезінде алынған есептеулердің айырымың мәні $\pm 0',1$ -тен аспайтын болса, онда шарттың орындалғаны. Егер де $\pm 0',1$ -тен асып кетсе, онда шарттың орындалмағаны, сондықтан бұл жағдайда теодолитпен жұмыс істеуге болмайды.

6. Оптикалық тіктеуіштің нысаналау өсі $KK'K''$, теодолиттің вертикаль айналу өсіне KK'' немесе FF_1 дәл келуі тиіс (23-сурет). Бұл тексеру мұндай ретпен орындалады. Теодолиттің вертикаль айналу өсін жұмыс жағдайына келтіреді. Жергілікті жердегі нүктенің үстіне орнатылған теодолиттің оптикалық тіктеуішінің проекцияланатын центрін белгілейді. Одан кейін теодолитті 180° -қа бұрып, тіктеуіштің проекцияланатын центрін қайтадан белгілейді. Егер нүктенің үстіне тіктеуіштің проекцияланатын центрлері 1мм-ге дейін дәл келсе, онда шарттың орындалғаны. Ал егер 1 мм-ге дейін дәл келмесе, онда шарттың орындалмағаны. Осыны жөндеу үшін қалпақты шешеді, оның ішінде тіктеуішті теодолитпен бекітетін екі винт орналасқан. Осы винттерді босатып,

нүктенің үстіне тіктеуіштің бірінші және екінші проекцияланған центрлері дәл келгенше окулярлық бөлігін жылжытады.

7. Вертикаль дөңгелектің нөлдік орнын НО анықтау. Дүрбінің ныса-налау өсі горизонталь, ал алидадағы деңгейдің үлбіреуігі нөл пункте болған уақыттағы вертикаль дөңгелектегі есептеуді вертикаль дөңгелектің нөлдік орны деп атайды, оны НО - деп белгілейді. Вертикаль дөңгелектің нөл орнын НО анықтау үшін теодолитті орнатып, жұмыс жағдайына келтіргеннен кейін, бірнеше жақсы көрінетін нүктелерді тауып, дүрбіні сол дөңгелек СД кезінде оларды нысаналайды. Бұл жағдайда горизонталь дөңгелектің алидадасына орналасқан деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунктке келтіріп, вертикаль дөңгелектен есеп алынады. Одан кейін дүрбіні зенит арқылы ауыстырып, теодолитті 180°-қа бұып, дүрбіні оң дөңгелек ОД кезінде, нүктелерді нысаналайды. Бұл жағдайда да горизонталь дөңгелектің деңгейлеуішінің үлбіреуігін нөл пунктке келтіріп, вертикаль дөңгелектен есептеулер алады. Осы есептеулерді журналға жазады (7-кесте).

Вертикаль дөңгелектің нөлдік орнын есептеу журналы

7-кесте

Станция	Нысаналау нүктелері	Есептеу			
		СД		ОД	
		0	'	0	'
А	1	177	18	2	45
	2	174	29	5	35
	3				

Вертикаль дөңгелектің нөлдік орнын мына формуламен есептейді:

$$НО = 0,5(СД + ОД).$$

(8)

Вертикаль дөңгелектің нөлдік орны (НО) вертикаль бұрыштар-ды өлшеген кезде тұрақты болғаны дұрыс.

Т30 теодолитінің тексерулері мен жөндеулері

1. Цилиндрлік деңгейлеуіштің өсі UU_1 теодолиттің вертикаль айналу өсіне FF_1 перпендикуляр болуы тиіс.

2. Дүрбінің нысаналау өсі VV_1 теодолиттің горизонталь өсіне NN_1 (дүрбінің айналу өсі) перпендикуляр болуы тиіс. Мұнда коллимациялық қателігі мына формуламен есептеледі:

$$C = \frac{(OD_1 - CD_1 \pm 180^\circ) + (OD_2 - CD_2 \pm 180^\circ)}{2} . \quad (9)$$

3. Теодолиттің горизонталь өсі (дүрбінің айналу өсі) NN_1 оның вертикаль айналу өсіне FF_1 перпендикуляр болуы тиіс.

4. Дүрбінің жіптер торының вертикаль жібі AA_1 оның горизонталь өсіне NN_1 перпендикуляр болуы тиіс.

5. Вертикаль дөңгелектің нөлдік орнын HO 0° -қа келтіру. Мұнда нөлдік орнын HO мына формуламен есептейді:

$$HO = \frac{CD - OD + 180^\circ}{2} . \quad (10)$$

Егер вертикаль дөңгелектен алынған есептеулер 90° -тан кіші болса, онда 360° -ты қосады. Нөлдік орнын 0° -қа келтірудің орындау реті. Т30 теодолитінің нөлдік орнын жөндеген уақытта көлбеу бұрышты вертикаль дөңгелектің екі жағдайында CD және OD мына төмендегі формулалардың біреуімен анықтайды:

$$\nu = \frac{CD - OD - 180^\circ}{2} , \quad (11)$$

$$\nu = HO - OD - 180^\circ , \quad (12)$$

$$\nu = CD - HO . \quad (13)$$

Содан кейін дүрбіні бақылайтын нүктеден жылжытпай, дөңгелек сол жақта болған кезде дүрбінің жетекші винтімен ν -ге тең есептеуді қояды. Осы кезде тордың горизонталь сызығы бақыланып отырған нүктеден жылжиды. Тордың вертикаль жөндеу винттерінің көмегімен сызықты бақылайтын нүктемен беттестіреді.

Осы аталған тексерулер 2Т5К теодолитіндегідей орындалады.

3.5. Бұрыштарды өлшеу үшін теодолитті жұмыс жағдайына келтіру

Тапсырманың мақсаты:

- теодолитті жұмыс жағдайына келтіруді үйрену:

Керекті аспап: теодолит жинағы.

Бұрыштарды өлшеуді тексерілген теодолитпен жүргізген жөн. Өлшеуді бастамас бұрын теодолитті өлшенілетін бұрыштың төбесіне орнатып, оны жұмыс жағдайына келтіреді. Теодолитті жұмыс жағдайына келтіру үшін осы нүктенің үстіне центрлеу және горизонтальдау керек. Горизонталь дөңгелектің лимбасының центрін аспаптың тұру нүктесі арқылы өтетін тік сызықпен сәйкестендіру әрекетін центрлеу деп атайды. Теодолиттің айналу өсіні вертикаль жағдайға, демек, лимба жазықтығын горизонталь жағдайына келтіру теодолитті горизонтальдау деп атайды. Әуелі штативті жіп тіктеуіштің көмегімен нүктенің үстіне жуық шамамен орнатады. Содан соң теодолитті штативке стан винтімен бекітеді. Одан кейін теодолитті горизонтальдау жасалынады, яғни оның айналу өсі теодолиттің көтеру винттерін қолдану арқылы вертикаль жағдайға келтіреді. Осыны орындау үшін цилиндрлік деңгейлеуішті екі көтеру винттерінің бағытына орналастырып, оларды әртүрлі жакқа айналдыру мен деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунтке келтіреді. Содан соң алидаданы шамамен 90°-қа бұрып, үшінші көтеру винтімен үлбіреуікті ампуланың ортасына келтіреді. Бұдан кейін стан винтін босатып, теодолитті штатив басына қозғай отырып тіктеуіштің ұшы нүктенің центрінің үстіне келгенше жылжытып, оны стан винтімен бекітеді. 2Т5К теодолитін центрлеу үшін оптикалық тіктеуіш қолданылады. Т30 теодолитін центрлеу үшін, дүрбіні де қолдануға болады. Ол үшін оның объективін төмен қарату керек, содан соң саңылау арқылы бұрыштың төбесінде бекітілген белгіні нысаналайды. Егер осы кезде деңгейлеуіштің үлбіреуігі ампуланың ортасынан ауытқитын болса, онда теодолиттің горизонтальдау реттерін қайталап орындау керек. Осы әрекеттерді тіктеуіштің ұшы нүкте центрінің үстінде болғанша және алидада қандай жағдайда тұрса да, үлбіреуік ампуланың

ортасына келгенше қайталай береді. Теодолитті центрлегеннен және горизонтальдағаннан соң дүрбі мен есептеу микроскопы бақылаушының көзіне сәйкес қойылады.

3.6. Горизонталь бұрыштарды өлшеу

Тапсырманың мақсаты:

- горизонталь бұрыштарды өлшеу әдістемесін меңгеру;
- алынған нәтижелерді өңдеу;
- бұрыштарды өлшеудің бастапқы дағдысын алу.

Керекті құралдар мен аспаптар: теодолит жинағы, көздеу нысаналары және горизонталь бұрыштарды өлшеу журналы.

Аспаптардың құрылмасына, өлшеулердің шарттарына және оларға қойылатын талаптарға байланысты горизонталь бұрыштарды өлшеудің мына төмендегідей түрлері қолданылады:

1. Жеке бұрыш әдісі теодолиттік жүрістерді салуда, жобаны жергілікті жерге шығаруда және тағы сол сияқты жеке бұрыштарды өлшеу үшін қолданылады;

2. Қайталаулар әдісі есептеу қателігінің әсерін азайту мақсатымен, өлшеудің арырғы нәтижесінің дәлдігін арттыру қажет болған кезде бұрыштарды өлшеу үшін қолданылады;

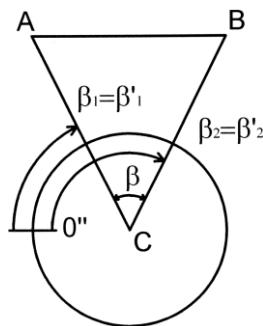
3. Айналма тәсілдер әдісі триангуляция жүйесі мен екінші полигонометрияда немесе төменгі класс жүйелерінде бір нүктеден үш және одан да көп бағыттар арасындағы бұрыштарды өлшеу кезінде қолданылады.

Осы аталған үш әдістің ішінен зертханалық жұмыста «жеке бұрыш» әдісін қолданамыз.

Жеке бұрыш әдісі

Горизонталь бұрыштарды жеке бұрыш әдісімен өлшеу мынадай жүйелікпен жүргізіледі:

I. Сол жақтағы дөңгелек СД кезінде жетекші винттердің көмегімен нүктені А дәл нысаналанғаннан кейін β_1 есептеуін алады (32-сурет).



32-сурет. Бұрышты өлшеу

2. Алидаданы босатып, келесі нүктені B нысаналап ρ_2 есептеуін алады, сонда CD жүрістің сол жағындағы орналасқан бұрыштың мәні алдыңғы және артқы нүктелердің есептеулерінің айырымы болып табылады.

$$\beta_{CD} = \beta_2 - \beta_1 . \quad (14)$$

Осы әрекеттер бірінші жартылай тәсілді құрайды.

3. Аспаптың қателік жіберуін азайту үшін лимбаның орнын шамамен

90° -қа өзгертеді де, дүрбіні зенит арқылы ауыстырып, оны оң жақтағы дөңгелек OD жағдайына келтіреді.

4. Оң жақтағы дөңгелек OD кезінде екінші жартылай тәсілді орындайды, яғни 1-ші және 2-ші пункттерде көрсетілген әрекеттерді қайталайды да, содан кейін бұрыштың β_{OD} мәнін шығарады:

$$\beta_{OD} = \beta'_2 - \beta'_1 . \quad (15)$$

Егер алдыңғы нүктедегі есептеу артқы нүктедегіден кем болған жағдайда, онда бұрышты есептегенде оған 360° -қа қосады.

Екі рет жартылай бұрыш өлшеу тәсілі толық бұрышты құрайды. Бірінші және екінші жартылай бұрыштардың өлшеу нәтижелерінің айырмашылығы теодолиттің есептеу құрылғысының екі есе дәлдігінен артып кетпеуі керек, яғни:

$$\beta_{CD} - \beta_{OD} \leq 2f. \quad (16)$$

Егер айырмашылығы арнайы рұқсат етілген саннан артпаса, онда бұрыштың орташа ақтық мәні былайша табылады:

$$\beta = \frac{\beta_{OD} + \beta_{CD}}{2}. \quad (17)$$

Барлық есептеулер өлшеу журналына жазылады (8-кесте).

Горизонталь бұрыштарды жеке бұрыш әдісімен өлшеудің журналы.

Күні 20.10.1997ж.

Теодолит 2Т5К

Бақылаушы:

Алдияров Ж.А.

N – 29314

Жазушы:

Көрінуі жақсы

Иманалиев К.Е.

Бұрыштарды өлшеу және есептеужурналы

8-кесте

Тұру нүктесі	Нысаналау нүктелері	Вертикаль дөңгелектің орны	Горизонталь дөңгелектегі есептеулер	Бұрыш	Орта бұрыш
	А	СД	5°12',2 (1)		
	В	СД	96°26',6 (2)	91°14',4 (3)	91°14',6 (7)
С	А	ОД	265°31',0 (4)		
	В	ОД	356°45',8 (5)	91°14',8 (6)	

Өлшенген бұрыштардың әрбір жартылай тәсілдегі мәнін және бұрыштың орташа мәнін теодолит станциядан алынғанша есептеп шығарған жөн.

3.7. Вертикаль бұрыштарды өлшеу

Тапсырманың мақсаты:

- вертикаль бұрыштарды өлшеу әдістемесін меңгеру;
- алынған нәтижелерді өңдеу;
- бұрыштарды өлшеудің бастапқы дағдысын алу.

Керекті құралдар мен аспаптар: теодолит жинағы, көздеу нысаналары және вертикаль бұрыштарды өлшеу журналы.

Вертикаль немесе көлбеу бұрыштарды вертикаль дөңгелектің көмегімен өлшейді. Вертикаль бұрыштарды өлшеу қолайлы болу үшін мынадай шарттар орындалуы тиіс. Дүрбінің нысаналау өсі мен алидадағы деңгейлеуіштің өсі горизонталь болған кезде алидаданың нөлдік бөліктері вертикаль дөңгелектің нөлдік бөліктерімен дәл келуі тиіс. Шындығында бұл шарт бұзылады, себебі дүрбінің нысаналау өсі горизонталь орнында болса да, үлбіреуік нөл-пунктте тұрса да вертикаль дөңгелектегі есептеу нөлге тең болмауы мүмкін. Дүрбінің нысаналау өсі горизонталь, ал алидадағы деңгейлеуіштің үлбіреуігі нөл-пунктте болған уақыттағы вертикаль дөңгелектегі есептеуді вертикаль дөңгелектің нөлдік орны деп атайды, оны HO деп белгілейді.

Геодезияда вертикаль бұрыштарды екі түрге бөледі:

Z - зениттік ара қашықтық және ν - көлбеу бұрыш. Зениттік ара қашықтық Z дегеніміз - тіктеуіш сызық пен нысаналау сызығының аралығындағы бұрыш, ал көлбеу бұрыш дегеніміз-горизонталь жазықтық пен нысаналау сызығының аралығындағы бұрыш. (33-сурет).

Енді көлбеу бұрыштарды қалай өлшейтінін қарастыралық. Теодолитті жұмыс жағдайына келтіргеннен кейін, дүрбіні дөңгелектің оң жақтағы OD кезіндегісімен кез келген M нүктесіне нысаналайды да, вертикаль дөңгелектен есептеу OD алады. Осы есептеу 33-суретте көрсетілгендей көлбеу бұрыштан HO шамасына артық болады.

Сондықтан:

$$\nu = OD - HO. \quad (18)$$

Вертикаль дөңгелек сол жақта CD орналасқанда да жоғарыдағыға ұқсас әрекеттер орындалады. 34-суретте көрсетілгендей, CD есептеуі мұнда да көлбеу бұрыштан HO шамасына артық болады, яғни:

$$\nu = 360^\circ - CD + HO, \quad (19)$$

немесе

$$\nu = HO - CD$$

(20)

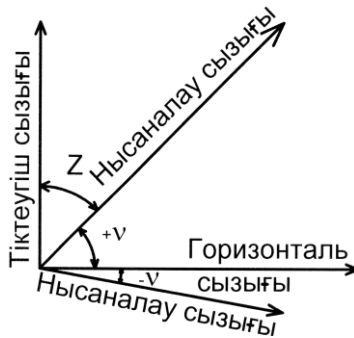
(18) және (19) теңдіктерді HO қатысты шешіп, мынаны табамыз:

$$HO = \frac{OD + CD}{2},$$

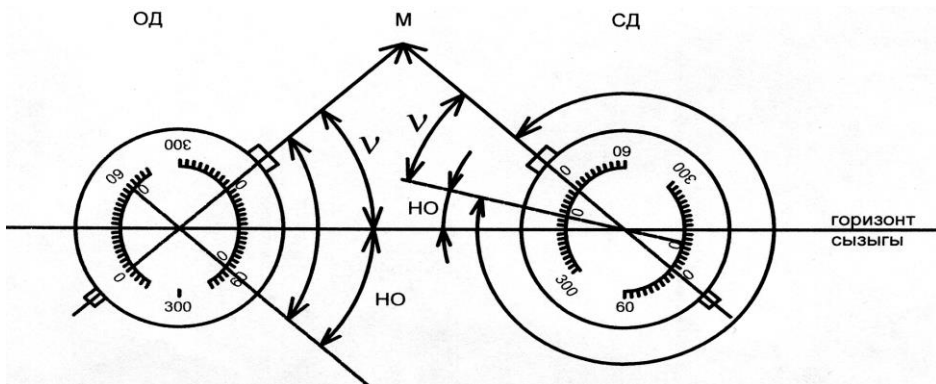
(21)

$$\nu = \frac{OD - CD}{2}.$$

(22)



33-сурет. Вертикаль бұрышты



34-сурет. Вертикаль дөңгелек орны

Вертикаль бұрыштарды есептеу қолайлы болу үшін вертикаль дөңгелектің нөлдік орны нөлге жуық болуы тиіс.

Вертикаль дөңгелектің алидадасындағы деңгейлеуішті алмастыратын компенсаторы бар 2Т5К теодолитімен вертикаль бұрыштарды өлшеу кезінде, дүрбіні нүктеге нысаналап, 2 сек. өткеннен соң есептеу алады. Осы есептеуді алып болғаннан кейін, басқа қосымша іс-әрекеттер орындалмайды. Көлбеу бұрыштардың мәнін мына формуламен есептейді:

$$v = 0,5(СД - ОД) \quad (23)$$

Егер жоғары дәлдікті өлшеулерді қажет етпейтін жұмыстар кезінде, көлбеу бұрыштардың мәнін мына формулалармен есептейді:

$$v = СД - НО \quad (24)$$

$$v = НО - ОД \quad (25)$$

Т30 теодолитімен вертикаль бұрыштарды өлшеген кезде, оның горизонталь дөңгелегіндегі деңгейлеуіштің үлбіреуігін көтеру винттерінің көмегімен нөл пунтке келтіреді де, вертикаль дөңгелектен есептеу алады. Деңгейлеуіштің өсі дүрбінің коллимациялық жазықтығына параллель орналасқан, сондықтан теодолитпен көлбеу бұрышты өлшеген кезде, оның көтеру винттерінің біреуін нысаналау сызығының бағытына сәйкес орнатады. Көлбеу бұрыштардың мәнін мына формуламен есептейді:

$$\nu = \frac{CD - OD - 180^\circ}{2}.$$

(26)

Егер жоғары дәлдікті өлшеулерді қажет етпейтін жұмыстар кезінде, көлбеу бұрыштардың мәнін мына формулалармен есептейді:

$$\nu = HO - OD - 180^\circ, \quad (27)$$

$$\nu = CD - HO. \quad (28)$$

Вертикаль бұрыштарды өлшеудің және есептеулердің нәтижелерін далалық журналға жазады. (9-кесте). Вертикаль бұрыштарды өлшеудің алдында нөл орнын НО бірнеше нүктені нысаналап анықтайды (9- кесте).

Вертикаль бұрыштарды өлшеу журналы

Күні 7.11.2009ж.
ашық,

Ауа райы: күн

Бақылаушы: Сәрсенбаев Б.Қ.
17081

Теодолит: Т30N –

9-кесте

Станция		Нүкте	Есептеулер			
			0	I	0	I
I	ОД	5	296	08	124	48
		2	171	20		
	СД	5	12	31	124	47
		2	247	44		

Есептеген: Жандосов М.
Иманалиев К.Е.

Тексерген:

Төменде Т30 теодолитімен көлбеу бұрыштарды өлшеген кездегі есептеулерінің мысалдары келтірілген:

1-мысал. Егер оң және сол дөңгелек кезде алынған есептеулер ОД $153^{\circ} 00'$ және СД $45^{\circ} 00'$ болса, онда НО және ν -ні мына формулалармен есептеп шығарамыз:

$$HO = \frac{(CD + OD + 180^{\circ})}{2} = \frac{(45^{\circ} + 360^{\circ} + 153^{\circ} + 180^{\circ})}{2} = 9^{\circ}$$

$$\nu = \frac{(CD - OD - 180^{\circ})}{2} = \frac{(45^{\circ} + 360^{\circ} + 153^{\circ} + 180^{\circ})}{2} = 36^{\circ}.$$

Тексеру:

$$\nu = HO - OD - 180^{\circ} = 9^{\circ} + 360^{\circ} - 153^{\circ} - 180^{\circ} = 36^{\circ};$$

$$\text{немесе } \nu = CD - HO = 45^{\circ} - 9^{\circ} = 36^{\circ}.$$

2- мысал. Егер сол және оң дөңгелек кезде алынған есептеулер $CD\ 357^\circ\ 48'$ және $OD\ 181^\circ 02'$ болса, онда HO және ν - ні мына формулалармен есептеп шығарамыз:

$$HO = \frac{(OD + CD + 180^\circ)}{2} = \frac{(181^\circ 02' + 360^\circ 48' + 180^\circ)}{2} = 359^\circ 25'$$

$$\nu = \frac{(CD + OD + 180^\circ)}{2} = \frac{(357^\circ 48' - 181^\circ 02' + 180^\circ)}{2} = 1^\circ 37'.$$

Тексеру:

$$\nu = HO - OD - 180^\circ = 359^\circ 25' - 181^\circ 02' - 180^\circ = -1^\circ 37';$$

$$\text{немесе } \nu = CD - HO = 357^\circ 48' - 359^\circ 25' = -1^\circ 37'.$$

3.8. Магниттік азимутты өлшеу

Тапсырманың мақсаты:

- магнитті азимутты өлшеу әдістемесін меңгеру;
- алынған нәтижелерді өңдеу;
- магниттік азимутты өлшеудің бастапқы дағдысын алу.

Керекті құралдар мен аспаптар: теодолит жинағы, көздеу нысаналары және горизонталь бұрыштарды өлшеу журналы.

Буссольдің негізгі бөліктеріне мыналар жатады: қорап, қорап түбіндегі сақина, сақинаның центріне орнатылған солтүстік және оңтүстік магниттік полюстері арқылы өтетін магниттік нұсқар.

Буссольдің тексерулері:

1. Шпильдің ұшында буссольдің магниттік нұсқары еркін айналуы тиіс;
2. Буссольдің магниттік нұсқары тепе-теңдік қалыпта болуы тиіс;
3. Буссольдің магниттік нұсқарының айналу центрі сақинаның центріне дәл келуі тиіс.

СВ сызығының магниттік азимутын А өлшеу үшін мына жұмыстар ретімен орындалады (6-сурет):

1.Теодолитті буссолимен С нүктесінің төбесіне орнатып және оны жұмыс жағдайына келтіріп, буссольдің магниттік нұсқарын босатады;

2.Буссольдің магниттік нұсқарын солтүстікке бағдарлау үшін, буссольдің магниттік нұсқарының екі шетін буссольдің шкаласының нөлдік штрихтарымен беттестірген кезде, лимбадағы есептеу нөлге тең болуы керек, осыдан кейін буссол солтүстікке бағдарланды деп есептеп теодолиттің лимбасын бекітеді;

3.Теодолиттің алидадасын босатып, оны сағат тілінің жүрісі бойынша берілген сызықтың бағытына бұрады немесе В нүктесін нысаналайды.

Магниттік азимуттың мәнін теодолиттің горизонталь дөңгелегінен есептейді.

4. АРА ҚАШЫҚТЫҚТЫ ӨЛШЕУ

4.1. Өлшеуіш аспаптары

Тапсырманың мақсаты:

- өлшеуіш аспаптарының құрылысын оқып білу.

Керекті аспаптар: өлшеуіш аспаптары.

Жергілікті жерде ара қашықтықты тікелей өлшеу үшін, екі шетінде тұтқалары 2 бар болат лента 7 түріндегі өлшеуіш ленталарды (35-сурет) қолданады. Өлшеуіш ленталары келесі түрлерге бөлінеді: штрихтық және шкалалық.

Штрихтық лентаның (35,а-сурет) екі шетінде штрихтары 1 бар. Өлшеуіш лентаның ұзындығы ℓ осы штрихтардың арасындағы ара қашықтығымен анықталады. Жергілікті жерде өлшеу кезінде нүктелерді белгілеу үшін лентадағы штрихтарға қарсы темір қазықшаларға арнап кесіктер істелінген. Лентаның жинағына (35,г-сурет) 6 немесе 11 темір қазықшалар кіреді, олар сым дөңгелекке бекітіледі. Лентаны сақтау және тасымалдау үшін дөңгелек станкаға орап, ұстап тұратын винттермен бекітеді (35,в-сурет).

Лентада метрлік және дециметрлік бөліктері бар. Пластиналардағы 6 метрлік бөліктері бар жағынан 0-ден 20-ға дейін, ал екінші жағынан 20-дан 0-ге дейін цифрланған. Дециметрлік бөліктері тесілген кішкентай тесіктермен 4 таңбаланған, ал жарты метрлік бөліктері тойтарылып шегеленіп 5 бекітілген.

Өлшеу кезінде дециметрлік бөліктерінің (сантиметрлері) үлесін көзбен бағалайды.

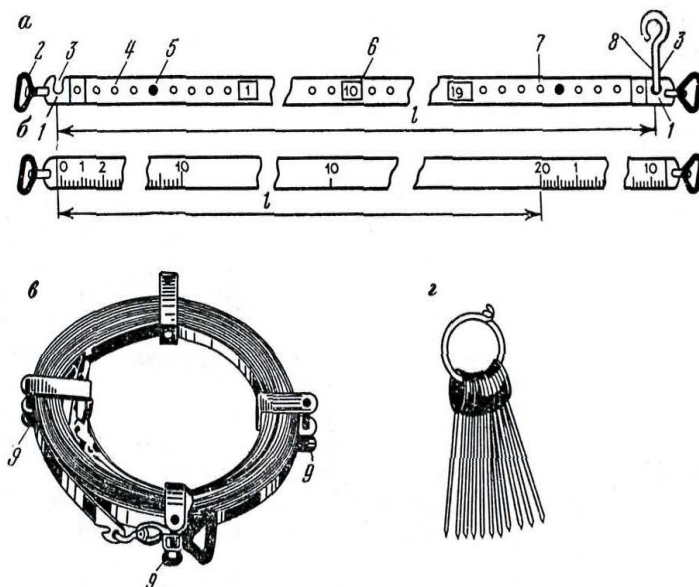
Отандық өндірісте ұзындықтары 20 және 50м-ге тиісті ЛЗ-20 және ЛЗ-50 штрихтық ленталар шығарылады.

Шкалалардың соңында миллиметрлік бөліктері бар шкалалық лента (36,в-сурет), сондай-ақ өлшеудің дәлдігін арттырады. Лентаның ұзындығы ℓ сол және оң шкалаларының нөлдік бөліктерінің арасындағы ара қашықтығымен анықталады. Өндірісте 20 және 50-ге тиісті ЛЗШ-20 және ЛЗШ-50 шкалалық ленталары шығарылады.

Сонымен қатар құрылыста ара қашықтықты өлшеу үшін, рулеткаларды қолданады. Отандық өндірісте ОПК2-20АНТ/1, ОПК2-50АНТ/1, ОПК3-20АНТ/10 және ОПК 3-50АНТ/10 рулеткалары жасалынып шығарылады. Қосымша тапсырыс бойынша рулетканың барабанына 2 лентаны 3 орау үшін, тұтқасы

1 және тартып алатын сақинасы 4 бар крестовинадағы рулеткалар (36,а-сурет) шығарылады.

Түсірістер кезіндегі кішігірім ара қашықтықтарды өлшеу үшін, сырты жабық тоқыма баулы рулеткаларды (36,б-сурет) қолданады.



35-сурет.

Жер өлшеуіш ленталары:

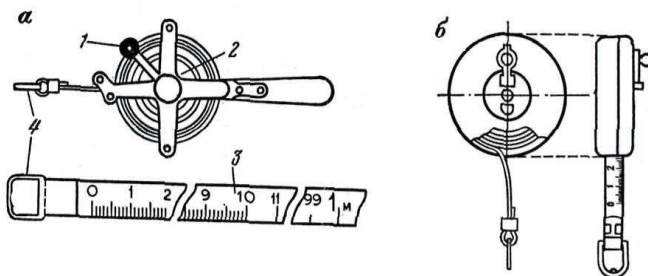
а–штрихтік; б–шкалалық; в–дөңгелек станокқа оралған лента;

г–сым дөңгелектегі темір қазықшалар: 1-штрихтер, 2-тұтқалар,

3- темір қазықшалар үшін ілмектер, 4-дециметрлік тесіктер,

5- жарты метрлік, 6-метрлік пластинкалар, 7-болат лента,

8-темір қазықша



36-сурет. Болат және тоқыма баулы рулеткалар

4.2. Ара қашықтықты өлшеуіш аспаптармен өлшеу

Тапсырманың мақсаты:

- ара қашықтықты өлшеуіш аспаптарымен өлшеу және алынған өлшеулердің нәтижелерін өңдеу әдістемесін меңгеру.

Керекті құралдар мен аспаптар: өлшеуіш аспаптары және ара қашықтықты өлшеу журналы.

Ара қашықтықты екі өлшеуші мынадай әдіспен өлшейді. Алдыңғы өлшеуші қолына 11 темір қазықша мен лентаның тұтқасын алады да, лентаны өлшенілетін кесінді сызықтың бойымен тарқатады, ал осы кезде соңғы өлшеуші бастапқы штрихті нүктемен беттестіріп, алдыңғы өлшеушіні берілген сызықтың бойымен тіке бағыттайды. Осыдан кейін алдыңғы өлшеуші лентаны келесі аралыққа тартады, оның артқы ұшын бірінші темір қазықшаға ілмегімен іліп, бірінші аралықты өлшеген кездегі барлық іс-қимылды қайталайды. Осылайша ұзындықты өлшеу процесі жалғастырыла береді. Сонымен, соңында алдыңғы өлшеушінің белгілеп қадаған темір қазықшаларының саны лентаның толық орын ауыстыру санына тең болады.

Сызықтың ұзындығы $D_{тура}$ мына формуламен анықталады:

$$D_{\text{тура}} = \ell_n + r,$$

мұндағы ℓ - өлшеуіш аспабының толық ұзындығы;

n - лентаның немесе рулетканың толық орын ауыстыру саны,

ол екінші өлшеушідегі темір қазықшалардың және де берілгендерді қоса есептеген кездегі санына тең;

r - қалдық.

Өлшеуді тексеру және дәлдігін арттыру үшін кері бағытта қайталап өлшеп, $D_{\text{кері}}$ мәнін есептейді және осы нәтижелердегі айырмашылығын табады

$$\Delta D = D_{\text{тура}} - D_{\text{кері}}.$$

Осыдан кейін тура және кері бағытта өлшенген нәтижелердің арифметикалық орташа мәні D қабылдайды.

$$D = 0,5(D_{\text{тура}} + D_{\text{кері}}).$$

Мысалы, 10 кестенің 2-графасында келтірілген АВ сызығының өлшенген нәтижелерін өңдеу.

Ара қашықтықты өлшеу журналы

Күні: 02.06.06ж.

Өлшеуіш аспап: ЛЗ-50

№18

Өлшеуші: Иманалиек Қ.

Темір қазықшалар

Жиынтығы: $k + 1 = 11$

10-кесте

Белгілері	Өлшенген нәтижелері		Есептелген нәтижелері
1	2		3
	АВ сызығы		$\ell_n = 50 \cdot 2 = 100 \text{ м},$ $r = 0,5(r_{\text{тура}} + r_{\text{кері}}) = 0,5(17,34 + 17,36) = 17,35 \text{ м}$
	тура	кері	
ℓ	50	50	
n	2	2	

r	17,34	17,36	$D = \ell n + r = 50 \cdot 2 + 17,35 = 117,35 \text{ м.}$
-----	-------	-------	---

4.3. Ара қашықтықты жіпті қашықтық өлшеуішпен анықтау

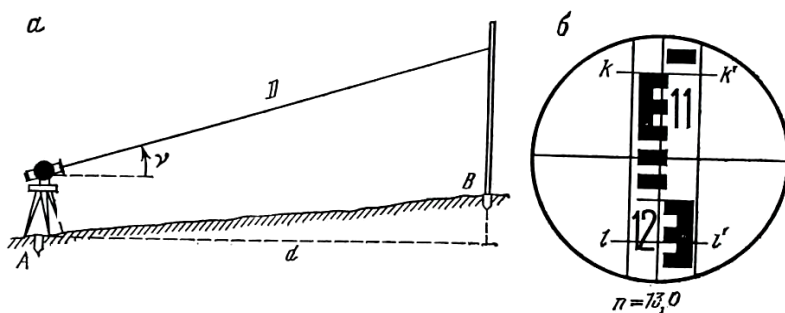
Тапсырманың мақсаты:

- ара қашықтықты жіпті қашықтық өлшеуішпен анықтау кезіндегі өлшеулерді орындау және алынған нәтижелерді өңдеу әдістемесін меңгеру.

Керекті құралдар мен аспаптар: теодолит жинағы, рейка, ара қашықтықты өлшеу журналы және ЭЕМ.

Ара қашықтықты өлшеу үшін, теодолиттер мен нивелирлердің дүрбілерінде қашықтық өлшеу штрихтары kk' және $\ell\ell'$ (42,б-сурет) бар.

Ара қашықтықты АВ өлшеу кезінде (37,а-сурет) А нүктесінің төбесіне теодолитті, ал В нүктесіне рейканы орнатып, теодолиттің дүрбісін В нүктесіндегі рейкаға нысаналайды. Қашықтық өлшеуіш штрихтарының



37–сурет. Қашықтық өлшеуішпен ара қашықтықты өлшеу:
а–өлшеу схемасы; б–дүрбінің көз жетер жері

арасындағы рейка бөліктерінің санын қашықтық өлшеуішпен алынған есептеу деп атайды да, оны n әрпі арқылы белгілейді. 37,б-суретте қашықтық өлшеуішпен алынған есептеу $n = 13,0$ -ге

тең. Жіпті қашықтық өлшеуішті пайдаланғанда ара қашықтықты мына формуламен есептейді:

$$D = K_n + C,$$

мұндағы K –қашықтық өлшеуіштің коэффициенті;

C –қашықтық өлшеуіштің тұрақты шамасы.

Қазіргі заманғы оптикалық қашықтық өлшеуіштерде $K = 100$ тең, сондықтан көп жағдайларда мына формуланы қолданады:

$$D = 100n$$

Көлбеу сызықтарды өлшеу кезінде ара қашықтықты мына формуламен есептейді:

$$d = (K_n + C) \cos^2 \nu, \quad (29)$$

мұндағы ν - дүрбінің нысаналау өсінің көлбеу бұрышы.

Егер өлшенілетін ара қашықтықтар 50 м-ден артық болса, онда $C=0$ деп алып, (29) формуланы мына түрде жазуға болады:

$$d = K_n \cos^2 \nu.$$

Ара қашықтықтарды есептеуді кәдімгі ЭЕМ-де орындайды.

Мысалы, Т30 теодолитінің ($K=100$, $C=0,1$ м) жіпті қашықтық өлшеуішімен ара қашықтықты өлшеу кезінде келесі мәндер алынған: $n=128,7$ және $\nu = -3^0 30'$

Осы

кезде:

$$d = (K_n + C) \cos^2 \nu = (100 \cdot 128,7 + 0,1) \cdot \cos^2 (-3^0 30') = 128,3 \text{ м}$$

Жіпті қашықтық өлшеуішпен ара қашықтықты өлшеудің дәлдігі $\frac{1}{300} : \frac{1}{400}$ шамасындағы салыстырмалы қателікпен сипатталады.

4.4. Қол жетпейтін ара қашықтықтарды анықтау

Тапсырманың мақсаты:

- қол жетпейтін ара қашықтықтарды анықтау кезіндегі өлшеулерді орындау және алынған нәтижелерді өңдеп есептеу әдістемелерін меңгеру.

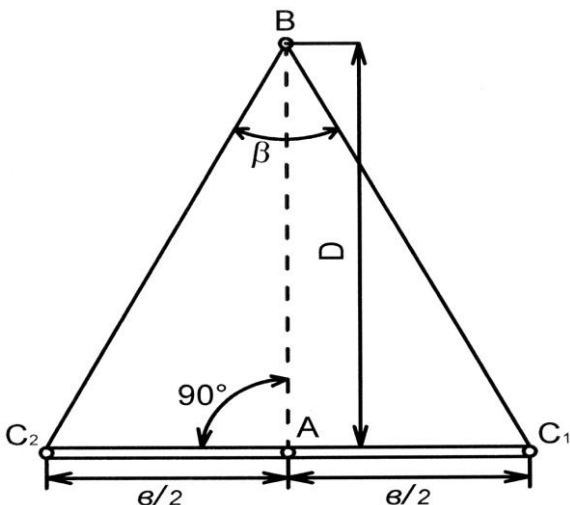
Керекті құралдар мен аспаптар: теодолит жинағы, өлшеуіш аспабы және өлшеу журналы.

Қол жетпейтін ара қашықтықты $D = AB$ (38-сурет) анықтау керек болсын делік. Ол үшін А нүктесінде АВ бағытына перпендикуляр етіп в базисін салып, В нүктесіндегі β параллактикалық бұрышын мұқият өлшейді. Сонда ізделініп отырған қол жетпейтін ара қашықтықты мына формула бойынша анықтайды

$$D = \frac{1}{2} b c \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}.$$

Егер β бұрышының мәні 12° -тан кем болмаса және де ол $\pm 20''$ дәлдікпен, ал базис 1:4000 жуық салыстырмалы қателікпен өлшенсе, онда

ізделініп отырған ара қашықтықты D дәлдігі 1:2000 аспайтын қателікпен табуға болады.



38-сурет. Қол жетпейтін ара қашықтықты анықтау схемасы

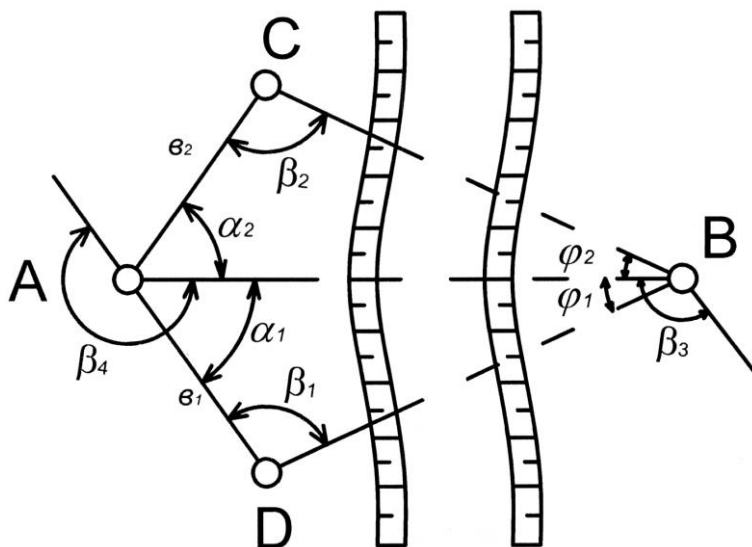
Жергілікті жердің жағдайына байланысты (өзек, жыра және т.б.) сызықтың ұзындығын өлшеуіш лентамен өлшеудің мүмкіндігі көбінесе бола бермейді. Осы кезде жанама әдіс қолданылады.

Кейбір кедергі арқылы өтетін $D = AB$ (39-сурет) ара қашықтығын анықтау қажеттілігі туғанда, жергілікті жерде $b_1 = AD$ және $b_2 = AC$ базистерін және де $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ бұрыштарын өлшейді.

Синус теоремаларын пайдаланып, ABD және ABC үшбұрыштарының ұқсастығынан ара қашықтықты анықтайтын формуланы шығарып алуға болады:

$$D = b_1 \sin \beta_1 \cos \varphi_1 = b_2 \sin \beta_2 \cos \varphi_2$$

мұндағы $\varphi_1 = 180^\circ - (\alpha_1 + \beta_1)$, ал $\varphi_2 = 180^\circ - (\alpha_2 + \beta_2)$



39-сурет. Қол жетпейтін ара қашықтықты жанама әдіспен анықтау схемасы

Үшбұрыштың АВ қабырғасының табылған екі мәнінің бір-бірінен айырмашылығы оның ұзындығының $\frac{1}{1000}$ – нен аспауы тиіс.

5. БИҚАЙЫРЫМДАРДЫ АНЫҚТАУ

5.1. Нивелирлердің және нивелирлік рейкалардың жіктелуі

Нысаналау өсі арқылы жер бетінің горизонталь сызығын түсіру қызметін атқаратын дүрбілі аспап нивелир деп аталады.

Өндірісте нивелирлердің мынадай түрлері жасалынып шығарылады:

1. Н-05-оптикалық микрометрлік жоғары дәлдікті нивелир, биікайырымды 1 км-лік екі мәрте жүрісте 0,5 мм-ден аспайтын орташа квадраттық қателікпен анықтауға арналған.

2. Н-3, Н-ЗК, НС-4, Н-ЗЛ нивелирлері-дәл, 1 км екі мәрте жүрісте биікайырымды 3 мм-ден аспайтын орташа квадраттық қателікпен анықтауға арналған дәл аспаптар. Инженерлік геодезиялық жұмыстарда, 3-ші және 4-ші кластық нивелирлеу кезінде қолданылады.

3. Н-10, 2Н-ЮЛ, Н-ЮК, Н-ЮКЛ нивелирлері - техникалық, 1 км-лік екі мәрте жүрісте биікайырымды 10 мм-ден аспайтын орташа квадраттық қателікпен анықтауға арналған техникалық нивелирлер. Олар құрылыста, инженерлік геодезиялық жұмыстарда және топографиялық түсірістерде нүктелердің биіктік белгісін анықтауды қамтамасыз ету үшін қолданылады.

Қазіргі кезде нивелир аспаптарында дүрбінің өсін горизонталь жағдайға келтіру деңгейлеуішпен тексеріледі немесе авторедукциялық компенсаторлардың көмегімен өзінен-өзі жасалады.

Осы аталған нивелирлердің ішінен оқу құралында қарастырылатын Н-3 және НС-4 нивелирлерінің техникалық сипаттамасы 11-ші кестеде келтірілген.

Нивелирлердің техникалық сипаттамасы.

11- кесте

№р/с	Сипатамалары	Н-3	НС-4
------	--------------	-----	------

1	Үлкейтілуі, есе.	30	30
2	Фокустық ара қашықтығы, мм	250	250
3	Айырғыш шегі, сек.	4	4
4	Көз жетер бұрышы:		
	вертикаль, мин	80	90
	горизонталь, мин	55	90
5	Нысанаулаудың ең аз ара қашықтығы, м.	2	2
6	Жарықты өткізу коэффициенті, %	66	45-55
7	Жарықтың шашырау коэффициенті, %	6	10
8	Деңгейлеуіш бөлігінің бағасы:		
	дөңгелек, мин./2 мм.	10	15
	цилиндрлік, сек. /2 мм.	15	30
9	Компенсатордың іс- әрекетінің диапазоны, мин.	-	20-30
10	Компенсатордың сезімталдығы, сек.	-	0,4
11	1 минут көлбеулікке компенсациясыздығы, сек.	-	0,3
12	Салмағы, кг.	1,8	2-2,5
13	1 км. екі мәрте жүрістегі орташа квадраттық қателігі, мм.	3	3-4

Мемлекеттік стандартқа сәйкес рейкалардың үш түрі жасалынып шығарылады: РН-05, РН-3 және РН-10. РН-05 рейкасы 1 және 2 кластық нивелирлеуде, РН-3 және РН-10 рейкалары 3 және 4 кластық және техникалық нивелирлеу кезінде қолданылады. Олар ұзындығы үш немесе төрт метр және де тұтас немесе бүктемелі болуы мүмкін. Нивелирлік рейкалардың негізгі метрологиялық сипаттамалары 12-кестеде көрсетілген.

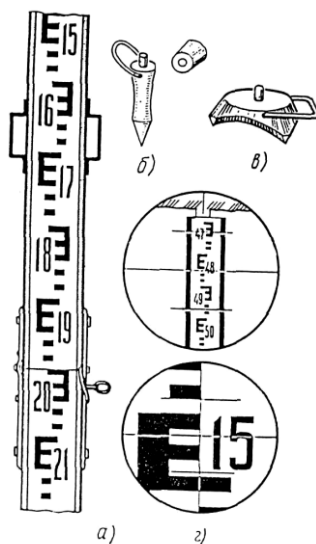
Рейкалардың метрологиялық сипаттамалары

12-кесте

№	Сипаттамалары	РН-05	РН-3	РН-10
---	---------------	-------	------	-------

р/с				
1	Ең аз аралығының нақты ұзындығының мәнінен шекті ауытқуы, мм.	$\pm 0,05$	$\pm 0,20$	$\pm 0,50$
2	Рейканың ұзындығы, мм.	3000	3000, 4000	4000
3	Жинақтағы рейкалар жұбының аралық метрінің орташа ұзындығының шекті айырымы, мм.	0,15	0,8	1,5
4	Рейканың барлық ұзындығына рейканың майысу тілі, мм.	3	6	10

Нивелирдің жинағына штатив, екі жұп рейка және қосалқы құралдар (40а,б,в-сурет) кіреді.

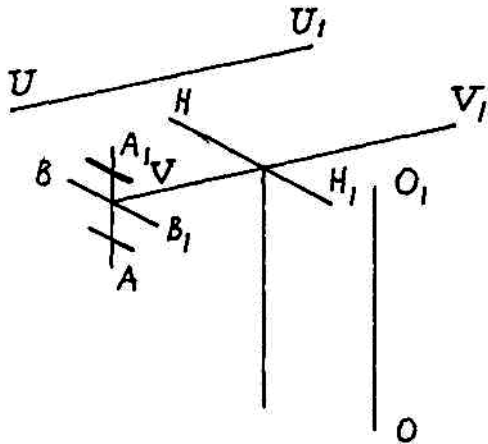


40-сурет. Ниверлирлік рейка а, балдақ б, башмак в, рейкадан алынатын есептеулер г

5.2. Нивелирдің геометриялық схемасы

Нивелирдің құрылысы теодолиттік құрылысымен салыстырғанда, олар бір-біріне ұқсас.

Нивелир өстерінің геометриялық схемасы 41-суретте көрсетілген.

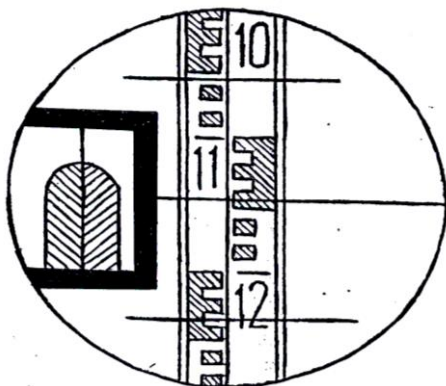


41-сурет. Нивелир өстерінің геометриялық схемасы

Аспаптың өстері үшін келесі геометриялық шарттар орындалуы тиіс:

- дөңгелек деңгейлеуіштің өсі 0-0, нивелирдің айналу өсіне Z-Z₁ параллель болуы тиіс;
- жіптер торының бір жібі A-A₁ немесе B-B₁ нивелирдің айналу өсіне Z-Z₁ параллель немесе перпендикуляр болуы тиіс;
- цилиндрлік деңгейлеуіштің өсі U-U₁ дүрбінің нысаналау өсіне V параллель болуы тиіс (нивелирдің бас геометриялық шарты).

11-жетекші винт, 12-дөңгелек деңгей, 13-үш түзету винттері, 14-үш көтеру винттері, 15-бекіткіш винт



43-сурет. Дүрбінің көру алаңы және жіптер торы

Бөліктер бағасы 15'' цилиндрлік деңгей қорапта 6 орналасқан, ондағы призмалық құрылғы арқылы деңгей үлбіреуігінің шеткі кескіндері екі жартылай түрде дүрбінің көру алаңына беріледі (43-сурет). Дүрбінің нысаналау өсін горизонталь жағдайға дәл келтіру элевациялық винтпен 2 орындалады, ол деңгей үлбіреуігінің шеткі кескіндерін сәйкестендіруден тұрады. Цилиндрлік деңгейлеуіштің қақпақпен жабылған төрт түзету винттері болады.

Нивелирдің вертикаль өсін шамамен тік жағдайға келтіруге арналған дөңгелек деңгейлеуіш 12 үш түзету винттерімен 13 жабдықталған. Нивелир дүрбісін горизонталь жазықтықта жобалай айналдыру бекіткіш винттің 15 босатылған кезінде қолмен жасалынады да, ал затты дәл нысаналау үшін бекіткіш винт бекітулі кезде жетекші винтпен 11 жүргізіледі. Жіптер торының айқын кескінделуін окулярлық диотропиялық сақинасын 4, ал рейканың айқын кескінделуін кремальераны 9 айналдыру арқылы келтіріледі. Дүрбіні жобалай нысаналау карауылдың 7 көмегімен жасалынады.

НС-4 дәл нивелирінің құрылысы

НС-4 нивелирінің жалпы көрінісі (44-сурет) және 49,б-суретте компенсатордың оптикалық схемасы көрсетілген. НС-4 нивелирінің құрылысы келесі бөліктерден тұрады:

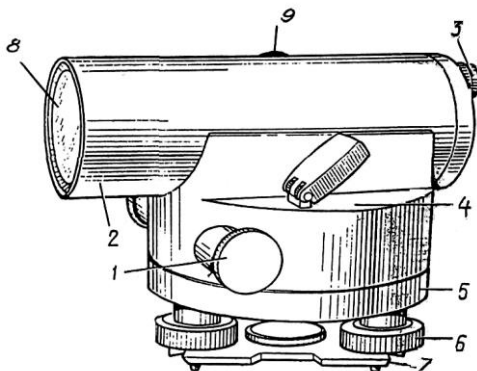
- 1-дүрбінің шексіз айналатын нысаналау винті;
- 2-компенсаторы бар дүрбі;
- 3-окуляр;
- 4-дөңгелек деңгей (ол нивелирді жұмыс жағдайына келтіру үшін қызмет атқарады);
- 5-нивелирдің тұғырығы;
- 6-тұғырықтың үш көтеру винттері;
- 7-стан винті үшін оймасы бар серіппелі пластинка;
- 8-дүрбінің объективі;
- 9-дүрбіні фокустауға арналған кремальералық винті (кремальера).

Нивелирдің дүрбісінде объективі 8, фокустауға арналған кремальералық винті 9, жіптер торы және окуляры 3 бар. Фокустаушы линза мен жіптер торының аралығында призмалық компенсатор орналасқан. Компенсатор екі тікбұрышты призмадан тұрады. Болат жіптердің тоғысқан екі жұбына ілінген төменгі призма компенсатордың сезімтал элементінің қызметін атқарады. Компенсатор жіптерді үзілуден сақтап қалатын тежегішпен жабдықталған нысаналау сызығының горизонталь жағдайына өздігінен орнығуының қателігі $\pm 0,4''$. Поршендік түрінің әуелік демпферімен (сөндіргішімен) компенсатордың тербелуі өшіріледі.

Аспапта бекіткіш винттері жоқ. Нивелирдің вертикаль өсінің мынадай үйкелісі бар, егер жетекші винтінің 1 басын айналдырған кезінде, дүрбі азимут бойынша жәйлап бұрылады. Алайда дүрбінің қолымен рейкаға нысаналаған кезінде, дүрбі жеңіл айналады.

Нивелирдің сол жағында орналасқан дөңгелек деңгей 4 бойынша үш көтеру винттерімен 6 аспапты горизонталь жағдайға келтіреді. Дөңгелек деңгейлеуіштің шағылыстырғыш айнасы және түзету винттері бар. Көтеру винттердің резбасының үлкейтілген

адымы нивелирлеу дәлдігін төмендетпей нивелирді жылдам жұмыс жағдайына келтіреді.



44-сурет. НС-4 дәл нивелирінің құрылысы:

1-дүрбінің шексіз айналатын нысаналау винті; 2-компенсаторы бар дүрбі; 3-окуляр; 4-дөңгелек деңгей; 5-нивелирдің тұғырығы; 6-тұғырықтың үш көтеру винттері; 7-стан винті үшін оймасы бар серіппелі пластинка; 8-дүрбінің объективі; 9-дүрбіні фокстауға арналған кремальералық винті

Нивелирлік рейкалардың құрылысы

Нивелирлеу үшін тұтас немесе бүктемелі ағаш рейкалар қолданылады, олар ұзындығы 3-4 метр, ені 10 см және қалыңдығы 2-3 см бітеу тұтас тақтай ағаш болып табылады. Тақтайлар ақ майлы бояумен боялады және оларға сантиметрлік торкөз бөліктер есептеулерді жеңілдету үшін 5 см сайын топтарға біріктіріледі. Рейканың ең кішкене бөлігінің сандық шамасы рейка бөлігінің бағасы деп аталады. Тұтас рейканың ең үлкен ұзындығы 3м-ге тең. Рейканың төменгі жағына рейканы тез тозудан қорғайтын болат пластинкадан жасалған тақа қағылып қойылады.

Рейкалар бір жақты немесе екі жақты болуы мүмкін, екіншісінде оның бір жағында қара бөліктер, екінші жағында қызыл бөліктер болады. Осыған орай рейканың жақтары қызыл және қара болып бөлінеді. Рейканың қара жағындағы нөлге тең

есептеу оның такасымен дәл келеді, ал қызыл жағындағы тақаға сәйкес келетін есептеу нөлге тең болмайды.

5.4. Нивелирлердің және нивелирлік рейкалардың тексерулері мен жөндеулері

Тапсырманың мақсаты:

- нивелирдің және нивелирлік рейкалардың тексерулері мен

жөндеулерін оқып білу.

Керекті құралдар мен аспаптар:

НЗ, НС-4 нивелирлерінің жинағы, тапсырманың бланкісі және жұмыс дәптері.

Нивелирдің қоймадан алғаннан соң оны толық сыртқы байқаудан өткізеді, жиынтығын тексереді, дүрбінің, деңгейлеуіштің, көтеру, элевациялық және жетекші винттерінің түзулігіне көз жеткізеді.

Далалық жұмыстарды бастар алдында аспаптық өстер жүйелері мен нивелирді құрылмалық сәйкестікті келтіру мақсатымен тексерулер жүргізіледі. Нивелирлер мынадай талаптарды қанағаттандыруы тиіс:

1. Нивелирдің дөңгелек деңгейлеуішінің өсі нивелирдің вертикаль айналу өсіне параллель болуы тиіс 0-0, Z-Z₁ (45,а-сурет). Тексеру үшін

деңгейді кез келген екі көтеру винттерінің аралығына қояды да, оларды әр жаққа бұрау арқылы деңгейлеуіштің үлбіреуігін ортасына

келтіреді, содан кейін үшінші винттің көмегімен оны нөл-пункте тұрғызады. Егер нивелирдің жоғарғы бөлігін 180°-қа айналдырғаннан

кейін үлбіреуік деңгейлеуіштің ортасында қалса, онда осы шарттың

орындалғандығы болып саналады. Деңгейлеуіштің үлбіреуігі екі көтеру

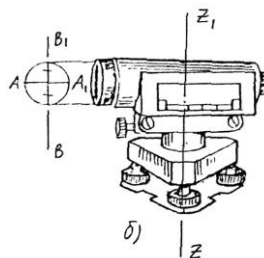
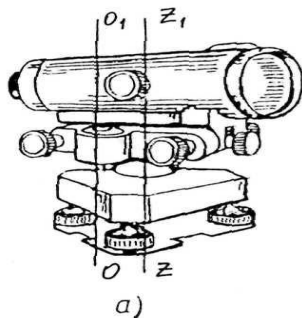
винтінің бағытында жылжып кеткен жағдайда, оның центрден

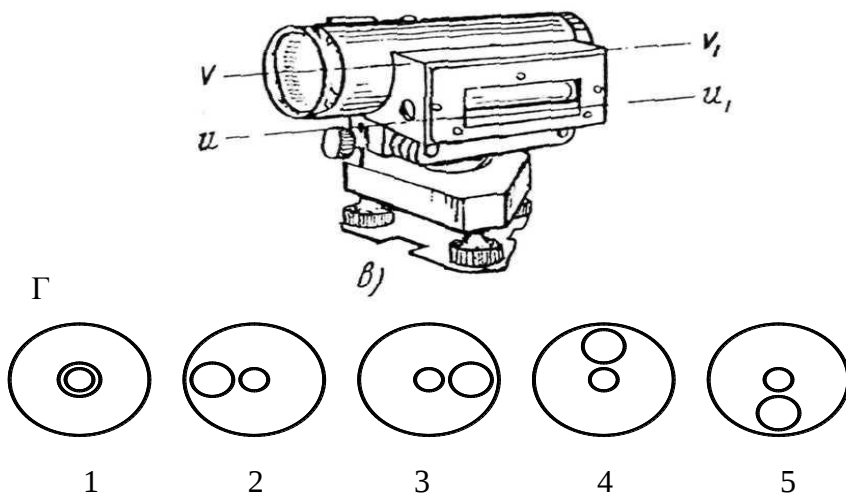
ауытқуының жартысы деңгейлеуіштің түзету винттерімен

реттелінеді, ал одан кейін үлбіреуіктің қалған жартысын көтеру винттерімен нөл-пункте келтіреді. Нивелирді 90° -қа бұрып, тексеруді үшінші көтеру винтінің бағытында қайталайды.

Денгейлеуіш үлбіреуігі центрінен ауытқыған жағдайда, оның ауытқуының жартысын түзету винттерімен центрге жақындатады да, қалған жартысын тиісті көтеру винтімен теңестіреді. Тексеруді нивелир-ді ось төңірегінде айналдырғанда нөл-пунктен денгейлеуіштің үлбіреуігі ауытқымайтын болғанша бірнеше рет қайталайды.

2. Тордың вертикаль жібі нивелирдің айналу өсіне параллель болуы тиіс В-В₁ II Z-Z₁ (45,6-сурет). Нивелирді орнатып, оның айналу өсін вертикаль жағдайға дөңгелек денгейлеуіш көмегімен келтіреді де, жіптер торының негізгі горизонталь штрихын нивелирден 15-20 м қашықтықта орналасқан жақсы көрініп тұратын нүктеге ілінген жіпті тіктеуішке нысаналайды.





45-сурет. Нивелирді тексеру кезіндегі өстердің орналасу схемасы:
а,б,в, г-дөңгелек деңгейлеуіш үлбіреуінің жағдайы

Жетекші винтпен нивелирдің дүрбісін азимут бойынша ақырын айналдырып, вертикаль штрихтың бақыланып отырған нүктеден шығып кетпеуін қадағалайды. Егер осы кезде вертикаль штрих тіктеуіштің жібінен 1мм-ден артық шығып кетсе, онда торды орнатуды түзету керек. Түзету тордың дифрагмасын бұру арқылы оның вертикаль жібі тіктеуіштің жібімен беттескенінше жасалынады.

3. Цилиндрлік деңгейлеуіштің өсі дүрбінің нысаналау өсіне параллель болуы тиіс $U-U_1$ II $V-V_1$ (45,в-сурет). Тексеруді алға екі мәрте нивелирмен орындайды. 50-75 м қашықтықта екі қазықшаны немесе

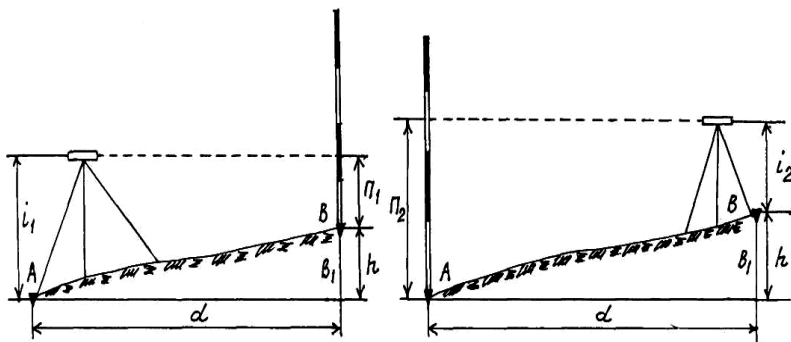
үлкен шегіне қағады. Нивелирді А нүктесінің үстіне орнатып, нивелирдің биіктігін i_1 рейкамен 1 мм-ге дейінгі дәлдікпен өлшейді де, В нүктесіне қойылған рейкадан Π_1 есептеуін алады. Содан кейін нивелир мен рейканың орындарын ауыстырып, i_1 және Π_2 өлшеулерін алады. Бұдан кейін деңгейлеуіштің өсімен дүрбінің нысаналау өсінің параллель

шартының қателігінің сақталмауын x мына формуламен есептеп шығарады.

$$x = \frac{i_1 + i_2}{2} - \frac{\Pi_1 + \Pi_2}{2}.$$

Егер x қателігі 4 мм-ден асып кетсе, онда элевациялық винтпен орта жіпті рейкадағы $\Pi_2' = \Pi_2 - x$ дұрыс есептеуге нысаналайды да, деңгейлеуіштің вертикаль түзету винттерімен деңгейлеуіш үлбіреуігінің шеттерінің кескінін дәл беттестіреді. Деңгейлеуіштің орналасуын тексеру мен түзетуді x -тің шамасы 4 мм-ден аспайтын болғанша қайталай береді. Осы шартты орындау реті 46-суретте көрсетілген.

4. Компенсаторы бар нивелирлердің компенсациясыздығы қателігін анықтау. Тексеруді мынадай ретпен орындайды: нивелирді бір-бірінен 100 м-ге орнатылған рейкалардың дәл ортасына орнатып, жұмыс жағдайына келтіргеннен кейін, рейкалардан a_1 және b_1 есептеулерін алып, биікайырымлы $h_1 = a_1 - b_1$ анықтайды. Содан кейін дөңгелек деңгейлеуіштің үлбіреуігін (45,г -сурет) 2,3,4 және 5 позицияларға өзгертеді және әр өзгерту кезінде рейкалардан екі санақ алынады: a_2 және $b_2, \dots, a_5$ және b_5 , h_2, h_3, h_4 және h_5 биікайырымын анықтайды.



46-сурет. Нивелирдің компенсациясыздығы қателігін анықтау

Дөңгелек деңгейлеуіштің 2-5 позицияларда алынған биікайырымдардың орташа мәндері 1 позицияда алынған биікайырымның мәнінен (7мм-ге дейін) аспайтын болса, онда нивелир жұмысқа жарамды. Ал егер 7 мм-ден асып кетсе, онда нивелир жұмысқа жарамсыз, бұл жағдайда оны арнайы шеберханада жөндейді.

Нивелирлік рейкалардың тексерілулері **Рейканың бір метрінің орташа ұзындығын анықтау**

Бұл тексеру арнайы бөлмеде орындалады. Рейканы горизонталь күйінде жатқызып, оған тексеру метрін қойып, тура және кері бағытта 1-10, 10-20 және 20-29 дм бөлік кесінділерінің ұзындықтарын өлшейді.

Тексеру нәтижелері бойынша рейкалар жұбының әр метрінің орташа ұзындығын және бір метрге арналған орташа түзету коэффициентін табады.

Рейкалардың дециметрлік бөліктерінің қателігін анықтау

Бұл тексеруді тексеру метрдің көмегімен орындайды. Оның нөлін рейканың нөлдік бөлігіне беттестіріп, әр метрінің аралығындағы дециметрлік бөліктеріне қарсы есептеулер алады. Дециметрлік бөліктерінің кездейсоқ қателіктері ± 1 мм-ден, ал рейканың барлық ұзындығындағы қателік ± 2 мм-ден аспауы тиіс.

Рейкалардың қызыл және қара жақтарының нөлдік биіктіктерінің айырымын анықтау

Осы шарттың мәнін анықтау үшін нивелирді орнатып, жұмыс жағдайына келтіреді. Нивелирден 20-30 метр қашықтықта темір немесе ағаш казықшалармен жергілікті жерде төрт нүктені бекітеді. Осы нүктелерге рейканы ретімен тік орнатып, нивелирдің дүрбісін рейкаға нысаналайды. Одан кейін цилиндрлік деңгейлеуіштің үлбіреуігін ампуланың ортасына келтіріп, рейканың қара және қызыл есептеулер алады. Осыдан қызыл

жақтарының есептеулерін алып тастап, рейкалардың нөлдік биіктіктерінің айырымын алады.

Рейканың нөлдік биіктігінің айырымын анықтау

13-кесте

Нүктелердің нөмірлері	Рейкадан алынған есептеу, мм		Есептеулердің айырымы, мм (қ)-(қ-л)	Орташа мәні, мм
	Қара жағы (қ)	Қызыл жағы (қ-л)		
1	0952	5738	4786	
2	0741	5529	4788	4787
3	0542	5330	4788	
4	0894	5681	4787	

Егер әр нүктедегі алынған айырымдарды бір-бірінен 4 мм-ден аспайтын болса, онда осы төртеуінің нөлдік биіктіктерінің айырымының орташа арифметикалық мәнін қабылдайды. Ал егер асып кетсе, онда рейкалардың қызыл және қара жақтарының нөлдік биіктіктерінің айырымын анықтауды қайталайды. Рейканың нөлдік биіктігінің айырымын анықтау 13- кестеде көрсетілген.

5.5. Биікайырымды өлшеу үшін нивелирді жұмыс жағдайына келтіру

Нивелирді бақылауға дайындау екі іс-әрекеттен тұрады:

1. Нивелирдің өсін тік жағдайға келтіру;
2. Дүрбіні бақылау үшін орнату;
3. Нивелирдің өсін тік жағдайға нивелирлердің құрылмасына байланысты келтіру.

1.1. Дөңгелек және цилиндрлік деңгейлеуіштермен нивелирдің өсін тік жағдайға келтіру үшін алдын-ала орнату, дөңгелек деңгейлеуіштің көмегімен (көтеру винттерімен) және ақырғы орнату цилиндрлік деңгейлеуіштің көмегімен (элевациялық винтпен) орындалады.

Тексерілген нивелирді алдын-ала орнату үшін, оны штативке стан винтімен бекітеді. Штативтің аяқтарымен әрекет

жасай отырып, оның басын көзге сәйкес горизонталь жағдайға келтіріп орнатады. Осыдан кейін көтеру винттердің көмегімен дөңгелек деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунктке келтіреді.

Нивелирді ақырғы орнату цилиндрлік деңгейлеуіштің көмегімен орындалады. Ол үшін деңгейлеуіштің өсін екі көтеру винттерінің бағытына сәйкестендіріп қояды да, оларды әр жаққа қарай айналдыру арқылы деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунктке келтіреді.

1.2. Компенсатормен. Мұнда нивелирдің өсін тік жағдайға келтіру дөңгелек деңгейлеуіштің көмегімен орындалады. Бұл іс-әрекет жоғарыда аталған а)-пунктіндегі сипаттамаға сәйкес орындалады. Бұл орнату есептік бұрышының компенсациясын қамтамасыз етуге қол жеткізеді және оның шегінде нысаналау сызығы горизонталь орнатылады.

2. Дүрбіні бақылау үшін орнату үш іс-әрекеттен тұрады:

2.1. Дүрбіні көзге қарай орнату;

2.2. Дүрбіні рейкаға қарай орнату;

2.3. Жіптер торының параллаксіні жою.

2.1. Дүрбіні көзге қарай орнату үшін жарық фонға бағыттап, окулярдың втулкасын айналдырып, жіптер торының анық көрінісін алуға қол жеткізу керек.

2.2. Дүрбіні рейкаға қарай орнату үшін, бастапқыда визирді пайдалана отырып, рейканы нысаналайды. Осыдан кейін рейка дүрбінің көз жетер жеріне түссе, онда нивелирдің бекіткіш винтімен қысып бекітеді. Рейканың анық көрінісін, кремальераның сақинасын айналдыра отырып алуға қол жеткізеді.

2.3. Жетекші винтпен іс-әрекет істеп жіптер торының центрін рейканың ортасына бағыттайды. Рейканың анық көрінісі алғаннан кейін, жәйлап окулярдан көздің орнын ауыстыру керек. Егер рейканың бейнесі ығысса, онда кремальераның

сақинасын
айналдырып жіптер торының параллаксын жояды.

5.6. Геометриялық нивелирлеу тәсілдері

Тапсырманың мақсаты:

- геометриялық нивелирлеу тәсілдерін меңгеру.

Керекті құралдар мен аспаптар:

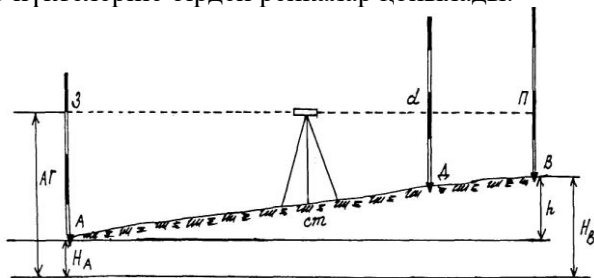
Нивелир жинағы, тапсырманың бланкісі және жұмыс дәптері.

Нүктелердің биіктік белгілерінің мәні мен олардың биікайырымдарын есептеп шығаратын геодезиялық өлшеулер нивелирлеу деп аталады. Нүктелердің алынған биіктік белгілерінің мәні барлық масштабтағы топографиялық түсірістердің биіктік негізі болып саналады және олар инженерлік есептерді, сондай-ақ бірқатар ғылыми есептеулерді шешу үшін қолданылады.

Нүктелердің биіктігін техникалық нивелирлеуді қолданып геометриялық нивелирлеумен анықтайды. Геометриялық нивелирлеу «ортадан» және «алға қарай» нивелирлеу әдістері болып бөлінеді.

Биікайырымды ортадан нивелирлеу тәсілімен өлшеу

Ортадан нивелирлеуде нивелир А және В (47-сурет) нүктелерінің дәл ортасындағы С нүктесіне орнатылады, ал А және В нүктелеріне бірдей рейкалар қойылады.



47-сурет. Ортадан

нивелирлеу

Дүрбінің нысаналау өсін горизонталь жағдайына келтіреді де нивелирдің дүрбісін біртіндеп рейкаларға нысаналайды. Бұдан кейін W және П есептеулерін алады, олар нысаналау сәулесінен А және В нүктелеріне дейінгі кесінділер болып саналады. Мұнда А және В нүктелерінің арасындағы биікайырым h мына формула бойынша есептеліп шығарылады:

$$h = 3 - П.$$

Егер «артқа есептеу» 3 «алға есептеуден» П артық болса ($3 > П$), онда биікайырым h оң болады, яғни В нүктесі А нүктесінен биік орналасады. Ал «артқа есептеу» 3 «алға есептеуден» П кем болса ($3 < П$), онда биікайырым теріс болады, яғни В нүктесі А нүктесінен төмен орналасады.

Егер А нүктесінің биіктік белгісінің мәні H_A белгілі болса, онда келесі В нүктесінің биіктік белгісінің мәні H_B бұрынғы нүктенің биіктік белгісінің мәні H_A мен олардың арасындағы биікайырымның h қосындысына тең болады:

$$H_B = H_A + h.$$

Нивелирдің нысаналау сәулесінің теңіз дейгейінен биіктігі аспаптың горизонты АГ деп аталалып, былайша анықталады:

$$AG = H_A + 3 = H_B + П$$

Егер рейканы аралықтағы Д нүктесіне қойып, одан d есептеуін алатын болсақ, одан оның биіктігі:

$$H_D = AG - d,$$

яғни кез келген нүктенің биіктік белгісінің мәні аспаптың горизонты мен осы нүктеге қойылған рейкадан алынған есептеудің айырымына тең.

Ортадан нивелирлеудің алға қарай ниверлирлеумен салытырғанда мынадай артықшылықтары болды:

- 1) еңбектің өнімділігі 2 есе жоғары;
- 2) нивелирлеуге әсерін тигізетін кейбір қателіктер жойылады.

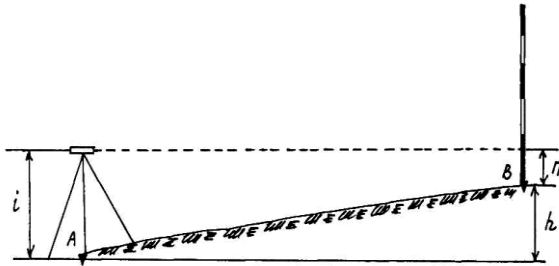
Биікайырымды алға қарай нивелирлеу тәсілімен

өлшеу

Алға қарай нивелирлеуде (48-сурет) бастапқы А нүктесіне нивелир орнатылады да, ал алдыңғы В нүктесіне рейка қойылады. Содан кейін рейкадан есептеуді ІІ алады да, А нүктесінен нивелир дүрбісінің окулярының центріне дейінгі вертикаль ара қашықтықты, яғни нивелирдің биіктігі болып саналатын қашықтықты өлшейді. 48-суреттен көрініп тұрғандай, А және В нүктелерінің арасындағы биікайырым h мынаған тең болады:

$$h = i - II .$$

(30)



48-сурет. Алға қарай нивелирлеу

5.7. Техникалық нивелирлеу

Тапсырманың мақсаты:

- техникалық нивелирлеу кезінде станциядағы биікайырымды өлшеу әдістемесін меңгеру;
- өлшенген нәтижелерді өңдеу.

Керекті құралдар мен аспаптар: Нивелир жинағы және техникалық нивелирлеу журналы

Техникалық нивелирлеу 1:500 - 1:5000 масштабындағы топография-лық түсірістердің биіктік негіздеулерін құру мақсатымен, сондай-ақ жобалау және әр түрлі инженерлік құрылыстарды салу үшін жасалынады.

Топографиялық түсірістердің биіктік негіздеуін жасағанда техникалық ниверлирлеу жүрісінің ұзындығы жер бедері қимасының берілген биіктігіне байланысты болады (14 - кесте).

Техникалық нивелирлеу жүрісінің мүмкін болатын ұзындығы, км.

14-кесте

Жүріс	Жер бедері қимасының биіктігі, м		
	0,25	0,5	1 және одан көп
Екі негізгі пункттер арасында	2,0	8	16
Негізгі пункт пен торапты нүкте нүкте.	1,5	6	12
Екі тарапты нүктелер арасында	1,0	4	8

Нивелирлеу бір бағытта орындалады. Рейкалар бойынша есептеулер тек қана орта жіптен алынады. Әдептегі екі жақты рейкаларды қолданғанда станциядағы жұмыс атқару реті төмендегендей болды:

1) артқы рейканың қара және қызыл жақтарынан есептеулер алу;

2) алдыңғы рейканың қара және қызыл жақтарынан есептеулер алу.

Жұмыс кезінде бір жақты рейкаларды да қолдануға болады. Бұл жағдайда станциядағы жұмыс атқару реті мынадай болуы тиіс:

1) артқы рейкадан есептеу;

2) алдыңғы рейкадан есептеу;

3) нивелирдің горизонттын 10 см-ден артық шамаға өзгерту;

4) қайтадан алдыңғы рейкадан есептеу;

5) қайтадан артқы рейкадан есептеу.

Станциядан биікайырымның айырмашылығы екі немесе бір жақты рейкаларды қолданғанда 5 мм-ден аспауы тиіс.

Жүрістердегі үйлеспеушілік $\pm 50V$ L мм-ден аспауы тиіс, мұндағы L -жүрістің км-лік ұзындығы.

Техникалық нивелирлеу кезіндегі станциядағы жұмыс атқару ретін осы оқу құралында қарастырып көрелік. Нивелирді шамамен *Rp17* мен пикет ПК-О байланыстыру нүктелерінен бірдей қашықтыққа орналастырады, ал байланыстыру нүктелеріне екі жақты рейкаларды қояды. Аспапты репер *Rp17*-ге нысаналайды да рейканың қара жағынан 1933 (1) (15-кесте) есептеуін алады, содан кейін дүрбіні аддыңғы пикет ПК-О-ге нысаналап, рейканы қара жағынан 1761 (2) есептеуін алады. Есептеулерді техникалық нивелирлеу журналының 3 және 4-графаларға жазады. Осыдан кейін рейкашылар рейкаларының қызыл жақтарын бақылаушыға қарай айналдырады, бұл кезде бақылаушы 6717 (3) және 6543 (4) есептеулерін алады да журналдың 3 және 4 графаларына жазады. Қара $1933-1761=+0172$ (5) және қызыл $6717-6543=+0174$ (6) есептеулерінің айырымының мәндерін журналдың 6-графасына жазады. Осы есептеулердің айырымы +4 мм-ден аспауы тиіс. Енді салыстырмалы биіктіктің 1 мм-ге дейін дөңгелектеніп алынған (+173 мм) орташа мәні (7) журналдың 7-графасына жазады.

Бұдан кейін артқы рейкашы X нүктесіне, ал бақылаушы 2-станцияға көшеді, ПК-О пикетте тұрған рейкашы рейканың қара жағын нивелирге қаратады. Нивелирді жұмыс жағдайына келтіргеннен кейін дүрбіні ПК-О-ге нысаналайды да рейканың қара жағынан 0353 (8) есептеуін алады, содан кейін дүрбіні X-ке нысанап, рейканың қара жағынан 2420 (9) есептеуін алады. Осыдан кейін рейкашылар рейкаларының қызыл жақтарын бақылаушыға қарай айналдырады, бұл кезде бақылаушы 5133 (10) және 7200 (11) есептеулерін алады. Одан кейін салыстырмалы биіктікті қара $0353-2420=-2067$ (12) және қызыл $5133-7200=-2067$ (13) есептеулермен шығарады да, айырмашылығы +- 4мм-ден аспайтынына көзі жеткеннен кейін орташа салыстырмалы биіктік -2067-ні (14) тауып, оны 7 графаға жазады. Осыдан кейін ПК-О пикетте тұрған рейкашы пикетке көшеді, бақылаушы нивелирді 3-станцияға апарады, ал ПК-1 X нүктесінде тұрған

рейкашы рейканың қара жағын бақылаушыға қаратады және тағы сол сияқты жалғаса береді.

Әр станциядағы жұмыс биікайырымды есептеп шығарумен және оларды 15-кестенің 7-графасына жазумен аяқталады. Бақылаушы есептеулер мен есептер шығарулардың дұрыстығына көзі жеткенде ғана станцияны тастап кетеді.

5.8. Техникалық нивелирлеу нәтижелерін өңдеу

Тапсырманың мақсаты:

- техникалық нивелирлеу нәтижелерін өңдеу әдістемесін меңгеру.

Керекті құралдар: техникалық нивелирлеу журналы, ЕЭМ және жұмыс дәптері.

Техникалық нивелирлеуді ғылыми өңдеу далалық журналдардағы жазулар мен есептеп шығаруларды тиянақты түрде қарап шығарудан және бақылаушы жасайтын әр беттік тексеруден басталады. Әр беттік тексеру жасалып біткеннен кейін, жүрістің үйлеспеушілігін есептеп шығаруға кіріседі (15-кесте).

1. 15-кестедегі техникалық нивелирлеу журналының 3-графасына артқы рейканың қара және қызыл жақтары бойынша алынған барлық есептеулердің қосындысын $\sum 3$ жазады да, оларды α әрпімен белгілейді.

Журналдың бірінші бетін тексеру.

$$\sum 3_1 = a_1 = 1933 + 6717 + 0353 + 5133 + 0125 + 4907 + 0256 + 5036 + 0378 + 5160 = 29998 \text{ мм.}$$

Журналдың екінші бетін тексеру.

$$\sum 3_2 = a_2 = 0656 + 5438 + 2158 + 6940 + 2295 + 7077 + 2255 + 7037 + 1361 + 6143 = 41360 \text{ мм}$$

Жалпы тексеру

$$\sum 3 = a = a_1 + a_2 = 29998 + 41360 = 71358 \text{ мм.}$$

2. Алдыңғы рейкадан дәл осылай алынған барлық есептеулердің қосындысын $\sum \Pi$ 4-графаға жазып, оны в әрпімен белгілейді.

Журналдың бірінші бетін тексеру.

$$\sum \Pi_1 = \epsilon_1 = 1761 + 6543 + 7200 + 2212 + 6996 + 2258 + 7038 + 0960 + 5740$$

.

Журналдың екінші бетін тексеру.

$$\sum \Pi_2 = \epsilon_2 = 0430 + 5212 + 1764 + 6544 + 1512 + 6292 + 0112 + 4892 + 185$$

.

Жалпы тексеру

$$\sum \Pi = \epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2 = 43128 + 35254 = 78382 \text{ мм.}$$

3. Рейкалардың қара және қызыл жақтарының көмегімен алынған салыстырмалы биіктіктерді есептеп шығарады да, 15-кестенің 6 графасына жазады.

$$h_k = 3_k^{Rp\Pi} - \Pi_k^{GKO} = 1933 - 1761 = +172 \text{ мм,}$$

$$h_{\kappa l}^1 = 3_{\kappa l}^{Rp\Pi} - \Pi_{\kappa l}^{GKO} = 6717 - 6543 = +174 \text{ мм,}$$

$$h_k^2 = 3_k^{GKO} - \Pi_k^X = 0353 - 2420 = -2067 \text{ мм,}$$

$$h_{\kappa l}^2 = 3_{\kappa l}^{GKO} - \Pi_{\kappa l}^X = 5133 - 7200 = -2067 \text{ мм,}$$

$$h_{\kappa}^3 = 3_{\kappa}^X - \Pi_{\kappa}^{GK1} = 0125 - 2212 = -2087 \text{ мм,}$$

$$h_{\kappa l}^3 = 3_{\kappa l}^X - \Pi_{\kappa l}^{GK1} = 4907 - 6996 = -2089 \text{ мм,}$$

$$h_k^4 = 3_k^{GK1} - \Pi_k^{GK2} = 0256 - 2258 = -2002 \text{ мм,}$$

$$h_{\kappa l}^4 = 3_{\kappa l}^{GK1} - \Pi_{\kappa l}^{GK2} = 5036 - 7038 = -2002 \text{ мм,}$$

$$h_k^5 = 3_k^{ГK2} - П_{\kappa}^{ГK3} = 0378 - 0960 = -582 \text{ мм}$$

$$h_{\kappa\lambda}^5 = 3_{\kappa\lambda}^{ГK2} - П_{\kappa\lambda}^{ГK3} = 5160 - 5740 = -580 \text{ мм},$$

$$h_k^6 = 3_k^{ГK3} - П_{\kappa}^{+53,3} = 0656 - 0430 = +226 \text{ мм},$$

$$h_{\kappa\lambda}^6 = 3_{\kappa\lambda}^{ГK3} - П_{\kappa\lambda}^{+53,3} = 5438 - 5212 = +226 \text{ мм},$$

$$h_k^7 = 3_k^{+53,3} - П_{\kappa}^{ГK4} = 2158 - 1764 = +394 \text{ мм},$$

$$h_{\kappa\lambda}^7 = 3_{\kappa\lambda}^{+53,3} - П_{\kappa\lambda}^{ГK4} = 6940 - 6544 = +396 \text{ мм},$$

$$h_k^8 = 3_k^{ГK4} - П_{\kappa}^{ГK5} = 2295 - 1512 = +783 \text{ мм},$$

$$h_{\kappa\lambda}^8 = 3_{\kappa\lambda}^{ГK4} - П_{\kappa\lambda}^{ГK5} = 7077 - 6292 = +785 \text{ мм},$$

$$h_k^9 = 3_k^{ГK5} - П_{\kappa}^{ГK6} = 2255 - 0112 = +2143 \text{ мм},$$

$$h_{\kappa\lambda}^9 = 3_{\kappa\lambda}^{ГK5} - П_{\kappa\lambda}^{ГK6} = 7037 - 4892 = +2145 \text{ мм},$$

$$h_k^{10} = 3_k^{ГK6} - П_{\kappa}^{ГK8} = 1361 - 1858 = -497 \text{ мм},$$

$$h_{\kappa\lambda}^{10} = 3_{\kappa\lambda}^{ГK6} - П_{\kappa\lambda}^{ГK8} = 6143 - 6638 = -495 \text{ мм}.$$

Биікайырымның айырмашылығы қос рейканың тақаларының айырымын есепке алғанда, 5 мм-ден аспауы тиіс, яғни:

$$h_k - h_{\kappa\lambda} \leq 5 \text{ мм}.$$

4. Онан әрі биікайырымның орташа мәнін анықтап 15-кестенің 7 графасына жазады:

$$h_o^1 = (h_k^1 + h_{\kappa\lambda}^1) / 2 = (172 + 174) / 2 = +173 \text{ мм}$$

,

$$h_o^2 = (h_k^2 + h_{kl}^2) / 2 = (2067 + 2067) / 2 = -2067 \text{ мм}$$

,

$$h_o^3 = (h_k^3 + h_{kl}^3) / 2 = (2087 + 2089) / 2 = -2088 \text{ мм}$$

,

$$h_o^4 = (h_k^4 + h_{kl}^4) / 2 = (2002 + 2002) / 2 = -2002 \text{ мм}$$

,

$$h_o^5 = (h_k^5 + h_{kl}^5) / 2 = (582 + 580) / 2 = -581 \text{ мм}$$

,

$$h_o^6 = (h_k^6 + h_{kl}^6) / 2 = (226 + 226) / 2 = +226 \text{ мм}$$

,

$$h_o^7 = (h_k^7 + h_{kl}^7) / 2 = (394 + 396) / 2 = +395 \text{ мм}$$

,

$$h_o^8 = (h_k^8 + h_{kl}^8) / 2 = (783 + 785) / 2 = +784 \text{ мм}$$

,

$$h_o^9 = (h_k^9 + h_{kl}^9) / 2 = (2443 + 2145) / 2 = +2144 \text{ мм}$$

,

$$h_o^{10} = (h_k^{10} + h_{kl}^{10}) / 2 = (497 + 495) / 2 = -496 \text{ мм}$$

.

Техникалық нивелирлеу журналы

15-кесте

Станция нөмірі	Пикеттің нөмірі	Рейкадағы есептеулер, мм			Есептелген биікайырым, мм	Орташа биікайырым, мм	Түзетілген биікайырым, мм	Аспаптың горизонты, м	Абсолют биіктік, м
		Артқы	Алдыңғы	Аралық					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	$R_p 17$	1933(1)	1761(2)		+172(5)	+2			17,000
	ГКО	6717(3)	6543(2)		+174(6)	+173(7)	-175		17,175
II	ГКО	0553(8)	2440(9)		-2067(12)	+1			17,175
	X	5133(10)	7200(11)		-2067(13)	-2067(14)	-2066		15,109
III	X	0125	2212		-2087	+1			15,109
	ГК1	4907	6996		-2089	-2089	-2088		13,022
IV	ГК1	0256						13,278	13,022
		5036							
	Оң+12			2302					10,976
	Оң+20			0628					12,650
	Сол+10			1948					11,330
	Сол+20			1678		+1			11,600
	ГК2		2258		-2002	-2002	-2001		11,021
			7038		-2002				
y	ГК2	0378						11,399	11,021

		5160							
	ГК2+20			1618					9,781
	ГК2+46,5			0720		+1			10,679
	ГК3		0960		-582	-581	-580		10,441
			5740		-580				

Журналдың бірінші бетін тексеру:

$$\sum \mathcal{Z}_1 = a_1 = 29998$$

$$\sum \Pi_1 = e_1 = 43128$$

$$\sum h_1 = -13130 : 2 = \sum h_{opt1} = -6565$$

$$a_1 - e_1 = 29998 - 43128 = -13130 : 2 = -6565,$$

15-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VI	ГК3	0556						11,097	10,441
		5438							
	ГК3+10,2			1784					9,313
	ГК3+22,3			2355					8,742
	ГК3+46,5			2353		+1			8,744
	ГК3+53,3		0430		+226	+226	+227		10,668
			5212		+226				
VII	ГК3+53,3	2158	1754		+394	+1			10,668
	ГК4	6940	6544		+396	+395	+396		11,064
VIII	ГК4	2295						13,359	11,064
		7077							
	ГК4+40,5			2436		+1			10,923
	ГК5		1512		+783	+784	+785		11,849
			6292		+785				
IX	ГК5	2255	0112		+2143	+1			11,849
	ГК6	7037	4892		+2145	+2145	+2146		13,994
	ГК6	1361	1858		-497	+2			13,994
	R_p 18	6143	6638		-495	-496	-494		13,500

Журналдың екінші бетін тексеру: $\sum 3_2 = a_2 = 41360$ $\sum \Pi_2 = e_2 = 35254$ $\sum h_2 = +6106 : 2 = \sum h_{opm2} = +3053$

$$a_2 - e_2 = 41360 - 35254 = +6106 : 2 = +3053$$

$$\sum h_T = 35_{mm}$$

Жалпы тексеру: $\sum 3 = 71358$ $\sum \Pi = 78382$ $\sum h = -7024 : 2 = \sum h_{opm} = -3512$ $fh = -12_{mm}$

$$a - e = 71358 - 78382 = -7024 : 2 = -3512$$

$$fh_{u.m} = \pm 50\sqrt{L} = \pm 50\sqrt{1} = \pm 50_{mm}$$

5. Есептелген биікайырымдардың қосындысын 15-кестенің 6 графасына жазады.

Журналдың бірінші бетін тексеру

$$\sum h_1 = h_k^1 + h_{kl}^1 + h_k^2 + h_{kl}^2 + h_k^3 + h_{kl}^3 + h_k^4 + h_{kl}^4 + h_k^5 + h_{kl}^5 = 172 + 174 + (-2067) + (-2087) + (-2089) + (-2002) + (-2002) + (-582) + (-580) = -13130 \text{ мм}$$

Журналдың екінші бетін тексеру

$$\sum h_2 = h_k^6 + h_{kl}^6 + h_k^7 + h_{kl}^7 + h_k^8 + h_{kl}^8 + h_k^9 + h_{kl}^9 + h_k^{10} + h_{kl}^{10} = 226 + 226 + 394 + 394 + 2143 + 2145 + (-497) + (-495) = +6106 \text{ мм}$$

Жалпы тексеру

$$\sum h = \sum h_1 + \sum h_2 = 13130 + 6106 = -7024 \text{ мм}$$

6. Орташа биікайырымдардың қосындысын 15-кестенің 7 графасына жазады.

Журналдың бірінші бетін тексеру

$$\sum h_{opt1} = h_0^1 + h_0^2 + h_0^3 + h_0^4 + h_0^5 = 173 + (-2067) + (-2088) + (-2002) + (-581)$$

Журналдың екінші бетін тексеру

$$\sum h_{opt2} = h_0^6 + h_0^7 + h_0^8 + h_0^9 + h_0^{10} = 226 + 395 + 784 + 2144 + (-496) = +3053 \text{ мм}$$

Жалпы тексеру

$$\sum h_{opt} = \sum h_{opt1} + \sum h_{opt2} = -6565 + 3053 = -3512 \text{ мм}.$$

7. Әр беттік тексеруді орындағаннан кейін, төменгі шарт орындалуы керек:

Журналдың бірінші бетін тексеру шарты

$$\sum 3_1 - \sum \Pi_1 = \sum h_1 = 2 \sum h_{opt1} = 29998 - 43128 = 13130 = 2x(-6565)$$

Журналдың екінші бетін тексеру шарты

$$\sum 3_2 - \sum \Pi_2 = \sum h_2 = 2 \sum h_{opt2} = 41360 - 35254 = 6106 = 2x3053$$

Жалпы тексеру шарты

$$\sum 3 - \sum \Pi = \sum h = 2 \sum h_{opt} = 71358 - 78382 = -7024 = 2x(-3512)$$

8

. Әр беттік тексеру біткен соң жүрістің үйлеспеушілігін есептеп шығаруға кірісеміз. Егер нивелирлік жүріс тұрақты геодезиялық биіктік нүктелерінің-реперлердің арасында салынған болса, онда нивелирлеуден алынған орташа биікайырымдарының қосындысы $\sum h_{opt}$ соңғы H_{RP18} және H_{RP17} реперлердің биіктік белгілерінің айырымына тең болуы тиіс.

$$\sum h_0 = H_{RP18} - H_{RP17} = -3512 = 13500 - 17000 = -3512 \text{ мм} = -3500 \text{ мм}$$

9. Әр беттік тексеру біткен соң теориялық биікайырымдардың қосындысын есептеңіз. Теориялық биікайырымдардың қосындысы соңғы H_{RP18} және бастапқы H_{RP17} реперлердің белгілерінің айырымына тең

$$\sum h_T = H_{RP18} - H_{RP17} = 13,500 - 17,000 = -3500 \text{ мм}.$$

10. Биікайырымдардың практикалық үйлеспеушілігін табыңыз. Биікайырымдардың практикалық үйлеспеушілігі орташа биікайырымдардың қосындысының және теориялық биікайырымдардың қосындысының айырымына тең

$$fh = \sum h_{opt} - \sum h_T = -3512 - (-3500) = -12.$$

11. Техникалық нивелирлеу үшін шекті теориялық үйлеспеушілігін есептейді

$$fh_{шт.} = \pm 50\sqrt{L} \pm \sqrt{1,0} = \pm 50 \text{ мм}.$$

мұндағы L - жүрістің км-лік ұзындығы

Егер нивелирлеу екі нивелирмен жүргізілген болса, онда бірінші нивелирмен алынған биікайырымдардың қосындысы $\sum h_{01}$ екінші нивелирмен алынған биікайырымдардың қосындысына $\sum h_{02}$ тең болуы тиіс, яғни $\sum h_{01} = \sum h_{02}$, демек, үйлеспеушілігі

$$fh_{д} = \sum h_{01} - \sum h_{02}.$$

12. Егер нивелирлеу тура және кері жүрістермен жасалса, онда тура жүрістің биікайырымдардың қосындысының $\sum h_{O.T}$ абсолют шамасы кері жүрістің биікайырымдардың қосындысының кері шамасына $\sum h_{O.K}$ тең болуы керек, яғни

$$\sum h_{O.T} = -\sum h_{O.K}.$$

Бұл жағдайда үйлеспеушілігі мынаған тең болады:

$$fh_{T.K.} = \sum h_{O.T.} + \sum h_{O.K.}.$$

Тұйықталған нивелирлік жүрісте биікайырымдардың қосындысы ($\sum h_0 = 0$) нөлге тең болуы тиіс, сонда жүрістің үйлеспеушілігі

$$fh_T = \sum h_0.$$

13. Егер фактіге негізделген үйлеспеушілігі fh шекті теориялық үйлеспеушіліктен кем болса ($fh \leq fh_{III.T.}$), онда фактіге негізделген үйлеспеушілікті fh жүрістің барлық биікайырымдарына тепе-тең етіп кері таңбамен бөледі де, орташа биікайырымдарға мынадай түзетулер енгізеді.

$$\Delta h = \frac{-fh}{n} = \frac{-(-12)}{10} = +1 \text{ мм.}$$

мұндағы n - нивелирлік жүрістегі орташа биікайырымдардың немесе станциялардың саны.

14. Түзетілген биікайырымдарды мына формуламен есептеп шығарып 15-кестенің 8 графасына жазады.

$$h_{T.1.} = h_{opt.1} + \Delta h_1 = 173 + 2 = +175 \text{ мм},$$

$$h_{T.2.} = h_{opt.2} + \Delta h_2 = -2067 + 1 = -2066 \text{ мм},$$

$$h_{T.3.} = h_{opt.3} + \Delta h_3 = -2088 + 1 = -2087 \text{ мм},$$

$$h_{T.4.} = h_{opt.4} + \Delta h_4 = -2002 + 1 = -2001 \text{ мм},$$

$$h_{T.5.} = h_{opt.5} + \Delta h_5 = -581 + 1 = -580 \text{ мм},$$

$$h_{T.6.} = h_{opt.6} + \Delta h_6 = 226 + 1 = 227 \text{ мм},$$

$$h_{T.7.} = h_{opt.7} + \Delta h_7 = 395 + 1 = 396 \text{ мм},$$

$$h_{T.8.} = h_{opt.8} + \Delta h_8 = 784 + 1 = 785 \text{ мм},$$

$$h_{T.9} = h_{opt.9} + \Delta h_9 = 2144 + 1 = 2145 \text{ мм},$$

$$h_{T.10.} = h_{opt.10} + \Delta h_{10} = -496 + 2 = -494 \text{ мм} ,$$

Тексеру. Түзетілген биікайырымдардың алгебралық қосындысы теориялық биікайырымдардың қосындысына тең болуы тиіс.

$$\sum h_{мүз} = \sum h_{теор} = -3500 \text{ мм} .$$

15. Түзетілген биікайырымдар бойынша негізгі байланыстыру нүктелерінің биіктік белгілерін есептеп шығарып 15-кестенің 10 графасына жазады

$$H_{ГКО} = H_{Rp17} + h_{мүзем.1} = 17,000 + 175 = 17,175 \text{ м} ,$$

$$H_X = H_{ГКО} + h_{мүзем.2} = 17,175 - 2066 = 15,109 \text{ м} ,$$

$$H_{ГК1} = H_X + h_{мүзем.3} = 15,109 - 2087 = 13,022 \text{ м} ,$$

$$H_{ГК2} = H_{ГК1} + h_{мүзем.4} = 13,022 - 2001 = 11,021 \text{ м} ,$$

$$H_{ГК3} = H_{ГК2} + h_{мүзем.5} = 11,021 - 580 = 10,441 \text{ м} ,$$

$$H_{+53,3} = H_{ГК3} + h_{мүзем.6} = 10,441 + 227 = 10,668 \text{ м} ,$$

$$H_{ГК4} = H_{+53,3} + h_{мүзем.7} = 10,668 + 396 = 11,064 \text{ м} ,$$

$$H_{ГК5} = H_{ГК4} + h_{мүзем.8} = 11,064 + 785 = 11,849 \text{ м} ,$$

$$H_{ГК6} = H_{ГК5} + h_{мүзем.9} = 11,849 + 2145 = 13,994 \text{ м} ,$$

$$H_{Rp18} = H_{ГК6} + h_{мүзем.10} = 13,994 - 494 = 13,500 \text{ м} .$$

Тексеру. Есептелінген соңғы H_{Rp18} репердің биіктік белгісі берілген соңғы H_{Rp18} репердің биіктік белгісіне тең болуы тиіс.

$$H_{Rp18есепт.} = H_{Rp18соңғы} = 13,500 = 13,500 \text{ м} .$$

16. Барлық байланыстыру нүктелерінің биіктігін анықтағаннан кейін аспаптың горизонттарын есептеп шығаруға кірісеміз, бұл жағдай тек қана аралық (плюстік) және көлденең нүктелері бар станциялар үшін жасалуы тиіс. Мұнда аспаптың горизонтын АГ мына формула бойынша тамабыз да, 15-кестенің 9-графасына жазады.

$$A\Gamma_1 = H_{ГК-1} + 3_{ГК-1}^K = 13,022 + 0256 = 13,278 \text{ м} ,$$

$$A\Gamma_2 = H_{ГК-2} + 3_{ГК-2}^K = 11,021 + 0378 = 11,399 м,$$

$$A\Gamma_3 = H_{ГК-3} + 3_{ГК-3}^K = 10,441 + 0556 = 11,097 м,$$

$$A\Gamma_4 = H_{ГК-4} + 3_{ГК-4}^K = 11,064 + 2295 = 13,359 м.$$

мұндағы $3_{ГК-1}^K$, $3_{ГК-2}^K$, $3_{ГК-3}^K$, $3_{ГК-4}^K$ - артқы рейканың қара жағы бойынша алынған есептеулер.

17. Көлденең және аралық (плюстік) нүктелердің биіктік белгілерін аспаптың горизонтының биіктік белгісінен тиісті аралық нүктелерге қойылған рейканың қара жағынан алынған есептеулерді алып тастау арқылы табады да, 15-кестенің 10-графасына жазады.

$$H_{ГК-1-он+12} = A\Gamma_1 - C_{он+12} = 13,278 - 2302 = 10,976 м,$$

$$H_{ГК-1-он+20} = A\Gamma_1 - C_{он+20} = 13,278 - 0628 = 12,650 м,$$

$$H_{ГК-1-сол+10} = A\Gamma_1 - C_{сол+10} = 13,278 - 1948 = 11,330 м,$$

$$H_{ГК-1-сол+20} = A\Gamma_1 - C_{сол+20} = 13,278 - 1678 = 11,600 м,$$

$$H_{ГК-2+20} = A\Gamma_2 - C_{+20} = 11,399 - 1618 = 9,781 м,$$

$$H_{ГК-2+46,5} = A\Gamma_2 - C_{+46,5} = 11,399 - 0720 = 10,679 м,$$

$$H_{ГК-3+10,2} = A\Gamma_3 - C_{+10,2} = 11,097 - 1784 = 9,313 м,$$

$$H_{ГК-3+20,3} = A\Gamma_3 - C_{+20,3} = 11,097 - 2355 = 8,742 м,$$

$$H_{ГК-3+46,5} = A\Gamma_3 - C_{+46,5} = 11,097 - 2353 = 8,744 м,$$

$$H_{ГК-4+40,5} = A\Gamma_4 - C_{+40,5} = 13,359 - 2436 = 10,923 м.$$

5.9. Профильді салу

Тапсырманың мақсаты:

- далалық трассалау материалдарын өңдеу әдістемесін меңгеру;
- сызықтық құрылыстардың трассасын іздеулері бойынша геодезиялық материалдарды безендіруді дағды алу.

Керекті құралдар: бір парақ 210х40см өлшемдегі миллиметрлік қағазы, жұмыс дәптері, ЭЕМ және сызу саймандары.

Нивелирленген трассаның нүктелерінің есептеліп шығарылған биіктік белгілері бойынша оның профилі салынады. Профилді миллиметрлік қағазға нивелирлеу журналы мен пикеттік кітапшаның мәліметтері бойынша сызады. Бойлық профильге көбірек көрнекілік беру мақсатымен, әдетте вертикаль масштабты горизонталь масштабпен салыстырғанда 10 есе үлкейтіп қабылдайды.

Бойлық профильді салу мына тәртіп бойынша жасалады (54-сурет):

1. Шартты горизонтты (ШГ) таңдайды, оның сызығынан профильдің ең аласа нүктесі 4-5 см-ден артық қашықтықта болмауы керек, шартты горизонттың ШГ биіктік белгісі 10м-ге еселі болуы тиіс.

2. Шартты горизонттың сызығынан төмен профиль торын орналастырады, ол қажетті мәліметтерді енгізуге арналған жол-жол сызық болып саналады.

3. Ара қашықтық графасына қабылданған масштабқа сәйкес пикеттер мен аралық нүктелер арасындағы горизонталь ара қашықтықтарды салады. Содан кейін осы ара қашықтықтарды көшіру арқылы профиль сызығында белгілейді. Осы нүктелердің перпендикулярларында вертикаль масштабта профильдің биіктік белгілерін тұрғызады, олар нүктелердің абсолют биіктік белгісі мен шартты горизонттың айырымы болып саналады, яғни

$$H_{проф}^1 - H_{ПК-0}^{абс} - ШГ = 17,17 - 5,00 = 12,17 м,$$

$$H_{проф}^2 - H_{ПК-1}^{абс} - ШГ = 13,05 - 5,00 = 8,02 м,$$

$$H_{проф}^3 - H_{ПК-2}^{абс} - ШГ = 11,02 - 5,00 = 6,02 м,$$

$$H_{проф}^4 - H_{ПК-3}^{абс} - ШГ = 10,44 - 5,00 = 5,44 м,$$

$$H_{проф}^5 - H_{ПК-4}^{абс} - ШГ = 11,06 - 5,00 = 6,06 м,$$

$$H_{проф}^6 - H_{ПК-5}^{абс} - ШГ = 11,85 - 5,00 = 6,85 м,$$

$$H_{проф}^7 - H_{ПК-6}^{абс} - ШГ = 13,99 - 5,00 = 8,99 м,$$

Перпендикулярдың шеттерін сызықтармен қосып трассаның шын профилін алады.

4. Профильге инженерлік жұмыстар нәтижесінде табиғи профильдің орнын басатын қолдан жасалатын жобалау сызығын салады. Жобалау сызығын грунтты қазу және толтыру жөніндегі жер бетіндегі жұмыстардың минимумын ескере отырып таңдайды. Оның өзі де жобада таңдап алынған көлбеулік құрылыстардың осынау түріне қойылатын техникалық талаптарға сәйкес берілген шамадан артық болмауы тиіс.

Трассаның жобалық көлбеулігін мына формуламен есептейді:

$$i_1 = \frac{h}{d} = \frac{H_{ПК-0}^{жс} - H_{ПК-2}^{жс}}{d_{ПК-0-ПК-2}} = \frac{13,00 - 11,00}{200} = \frac{2}{200} = 0,010 ,$$

$$i_2 = \frac{h}{d} = \frac{H_{ПК-2}^{жс} - H_{ПК-4}^{жс}}{d_{ПК-2-ПК-4}} = \frac{11,00 - 11,00}{200} = \frac{0}{200} = 0,000 ,$$

$$i_3 = \frac{h}{d} = \frac{H_{ПК-4}^{жс} - H_{ПК-6}^{жс}}{d_{ПК-4-ПК-6}} = \frac{11,00 - 13,00}{200} = \frac{2}{200} = 0,010 ,$$

мұндағы h - жобалау сызығы шеттерінің биікайырымы;

$d_{ПК-0-ПК-2} \dots, d_{ПК-4-ПК-6}$ - осы сызықтардың горизонталь ұзындығы;

$H_{ПК-0}^{жс} \dots, H_{ПК-6}^{жс}$ - жобалау сызықтарының басы мен соңының профильден графикалық түрде алынатын жобалық биіктік белгілері.

5. Трасса нүктелерінің жобалық биіктік белгілерін мына формуламен есептейді:

$$H_{ПК-1}^{жс} = H_{ПК-0}^{жс} \pm id_{ПК-0-ПК-1} = 13,00 - 0,010 \cdot 100 = 12,00 м,$$

$$H_{ПК-2}^{жс} = H_{ПК-0}^{жс} \pm id_{ПК-0-ПК-2} = 13,00 - 0,010 \cdot 200 = 11,00 м,$$

$$H_{ПК-2+20}^{жс} = H_{ПК-2}^{жс} \pm id_{ПК-2-ПК-2+20} = 11,00 \pm 0,000 \cdot 20 = 11,00 м,$$

$$H_{ПК-2+46,5}^{жс} = H_{ПК-2}^{жс} \pm id_{ПК-2-ПК-2+46,5} = 11,00 \pm 0,000 \cdot 46,5 = 11,00 м,$$

$$H_{ПК-3}^{жс} = H_{ПК-2}^{жс} \pm id_{ПК-2-ПК-3} = 11,00 \pm 0,000 \cdot 100 = 11,00 м,$$

$$H_{ПК-3+10,2}^{жс} = H_{ПК-2}^{жс} \pm id_{ПК-2-ПК-3+10,2} = 11,00 \pm 0,000 \cdot 110,2 = 11,00 м,$$

$$H_{ПК-3+22,3}^{жс} = H_{ПК-2}^{жс} \pm id_{ПК-2-ПК-3+22,3} = 11,00 \pm 0,000 \cdot 122,3 = 11,00 м,$$

$$H_{ПК-3+46,5}^{жс} = H_{ПК-2}^{жс} \pm id_{ПК-2-ПК-3+46,5} = 11,00 \pm 0,000 \cdot 146,5 = 11,00 м,$$

$$H_{ПК-3+53,3}^{жс} = H_{ПК-2}^{жс} \pm id_{ПК-2-ПК-3+53,3} = 11,00 \pm 0,000 \cdot 153,3 = 11,00 м$$

$$H_{ПК-4}^{жс} = H_{ПК-2}^{жс} \pm id_{ПК-2-ПК-4} = 11,00 \pm 0,000 \cdot 200 = 11,00 м,$$

$$H_{ПК-4+40,5}^{жс} = H_{ПК-4}^{жс} \pm id_{ПК-4-ПК-4+40,5} = 11,00 \pm 0,010 \cdot 40,5 = 11,40 м,$$

$$H_{ПК-5}^{жс} = H_{ПК-4}^{жс} \pm id_{ПК-4-ПК-5} = 11,00 \pm 0,010 \cdot 100 = 12,00 м,$$

$$H_{ПК-6}^{жс} = H_{ПК-4}^{жс} \pm id_{ПК-4-ПК-6} = 11,00 \pm 0,010 \cdot 200 = 13,00 м,$$

мұндағы $d_{ПК-0-ПК-2}$, $d_{ПК-2-ПК-4}$, $d_{ПК-4-ПК-6}$ - трассаның бастапқы нүктесінен ГК-2,

ГК-4, ГК-6 нүктесіне дейінгі горизонталь ара қашықтығы;

i – трассаның жобалық көлбеулігі.

Жобалық биіктік белгілерін әдетте қызыл тушыпен жазады, сондықтан оларды қызыл биіктік белгілері деп атайды.

6. Жұмыс жасау биіктік белгілерін тиісті нүктенің жобалық және табылған биіктік белгілерінің айырымы ретінде анықтайды, яғни

$$h_{ПК-0}^{жсум} = H_{ПК-0}^{жс} - H_{ПК-0}^T = 13,00 - 17,17 = -4,17 м,$$

$$h_{ПК-1}^{жсум} = H_{ПК-1}^{жс} - H_{ПК-1}^T = 12,00 - 13,027 = -1,02 м,$$

$$h_{ПК-2}^{жсум} = H_{ПК-2}^{жс} - H_{ПК-2}^T = 11,00 - 11,02 = -0,02 м,$$

$$h_{ПК-2+20}^{жсум} = H_{ПК-2+20}^{жс} - H_{ПК-2+20}^T = 11,00 - 9,78 = +1,22 м,$$

$$h_{ПК-2+46,5}^{жсум} = H_{ПК-2+46,5}^{жс} - H_{ПК-2+46,5}^T = 11,00 - 10,68 = +0,32 м,$$

$$h_{ПК-3}^{жсум} = H_{ПК-3}^{жс} - H_{ПК-3}^T = 11,00 - 10,44 = +0,56 м,$$

$$h_{ПК-3+10,2}^{жсум} = H_{ПК-3+10,2}^{жс} - H_{ПК-3+10,2}^T = 11,00 - 9,31 = +1,69 м,$$

$$h_{ПК-3+22,3}^{жсум} = H_{ПК-3+22,3}^{жс} - H_{ПК-3+22,3}^T = 11,00 - 8,74 = +2,26 м,$$

$$h_{ПК-3+46,5}^{жсум} = H_{ПК-3+46,5}^{жс} - H_{ПК-3+46,5}^T = 11,00 - 8,74 = +2,26 м,$$

$$h_{ПК-3+53,3}^{ж\sum} = H_{ПК-3+53,3}^{ж} - H_{ПК-3+53,3}^T = 11,00 - 10,67 = +0,33 м,$$

$$h_{ПК-4}^{ж\sum} = H_{ПК-4}^{ж} - H_{ПК-4}^T = 11,00 - 11,06 = -0,06 м,$$

$$h_{ПК-4+40,5}^{ж\sum} = H_{ПК-4+40,5}^{ж} - H_{ПК-4+40,5}^T = 11,40 - 10,92 = +0,48 м,$$

$$h_{ПК-5}^{ж\sum} = H_{ПК-5}^{ж} - H_{ПК-5}^T = 12,00 - 11,85 = +0,15 м,$$

$$h_{ПК-6}^{ж\sum} = H_{ПК-6}^{ж} - H_{ПК-6}^T = 13,00 - 13,99 = -0,99 м,$$

Жұмыс жасау биіктік белгілері осы нүктедегі қазудың тереңдігін немесе толтырудың биіктігін анықтайды. Жер қазу жұмыстарын жүргізгенде осы цифрлар өте маңызды цифрлар болып саналады.

7. Жобалау сызығының табиғи профиль сызығымен қиылысқан жері нөлдік жұмыс жасау нүктелері деп аталады.

ПК-5 және ПК-6 арасындағы нөлдік жұмыс жасау нүктесіне дейін ара қашықтықты мына формуламен есептейді:

$$x = \frac{a \cdot d}{a + b} = \frac{0,15 \cdot 100}{0,15 + 0,99} = 13,16 м,$$

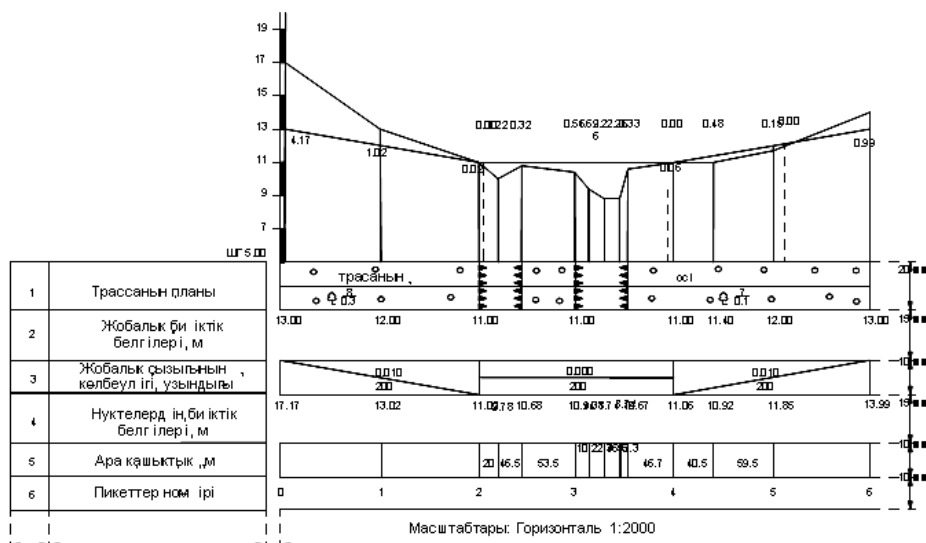
$$x = \frac{b \cdot d}{a + b} = \frac{0,99 \cdot 100}{0,15 + 0,99} = 86,84 м,$$

$$d = x + y = 13,16 + 86,84 = 100 м.$$

Осы нүктелердің жұмыс жасау биіктік белгілері нөлге тең болатындықтан жер қазу жұмыстары бұл нүктелерде жүргізілмейді. Трассадағы олардың орнын метрдің ондық бөлігіне дейінгі дәлдікпен білу керек, өйткені жер қазу жұмыстарын, әдетте, осы нүктелерден бастайды. Нөлдік жұмыс жасау нүктелерінің биіктік белгілерін жобалық биіктік белгілері қатарына көк тушьпен жазады.

8. Трассаны планға нивелирлік жүрістің бұрылу бұрыштарының координаталарымен немесе пикет қабырғаларының ұзындығы мен азимуттары арқылы салады.

Планда трассаның нивелирлеу кезіндегі жергілікті жердің түсірілген бет бедері кескінделеді.



49-сурет. Трассаның бойлық профілі

6. ТОПОГРАФИЯЛЫҚ ТҮСІРІСТЕРДІ ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПЛАНЫН ҚҰРУ

6.1. Теодолиттік түсіріс

Тапсырманың мақсаты:

• теодолиттік түсірістің далалық өлшеулерін есептеп шығаруды, графикалық өңдеу жұмыстарының әдістері мен тәсілдерін меңгеру.

Керекті құралдар мен аспаптар: теодолит жинағы, теодолиттік жүрістің журналы, тригонометриялық функциялары бар калькулятор, теодолиттік жүрістің ұштарының координаталарын есептеу ведомості, жұмыс дәптері, «1:5000-1:500 масштабта топографиялық пландары үшін шартты белгілері» (оқу құралы), А-3 форматтағы қағаз, Дробышев сызғышы немесе 30 см-лік металл сызғыш, масштабтық сызғыш, транспортир, циркуль-өлшеуіш, қаттылығы 2Т, 3Т, 4Т қарындаштары, түрлі түсті тушьтар және тригонометриялық функциялардың кестелері.

Белгілі бір жер аумақтың жай-жапсарын 1:500-1:5000 масштабтағы пландарда жер бедерінсіз кескіндеу үшін жүргізілетін горизонталь түсіріс теодолиттік түсіріс деп аталады.

Осы жұмыстарда бұрыш өлшеуіш аспабы ретінде теодолит қолданылады, ал ара қашықтықты өлшеу үшін ленталар (рулеткалар) және оптикалық қашықтық өлшеуіштер пайдаланылады. Теодолиттік түсіріс құрылыста пайдаланылатын мәліметтерді алу үшін жүргізіледі.

Теодолиттік түсіріс үшін тірек жүйесі әдетте теодолиттік жүрістер жүйесі ретінде құрылады да, олардың нүктелерінен ситуацияны түсіре отырып, қажетті нүктелердің орнын полярлық, перпендикулярлар және жарма тәсілдерімен, сонымен қатар әр түрлі бұрыштық және ұзындық қиылыстырулар көмегімен анықтайды.

Теодолиттік түсіріс дайындық, далалық, далалық өлшеулердің нәтижелерін есептеп өңдеу және графикалық өңдеу жұмыстарынан тұрады.

6.2. Теодолиттік түсіріс кезіндегі дайындық жұмыстары

Дайындық жұмыстары кезінде жергілікті жердің контурлары мен жай-жапсарларын кескіндеудің қажетті дәлдігіне сүйеніп, түсірістің масштабын таңдайды да, қолдағы бар картографиялық материалдарды (планды, картаны және профильді) мұқият қарап зерттейді. Егер түсіріс жүргізілетін ауданда геодезиялық тірек жүйесінің пункттері болса, онда олардың орналасқан жерінің схемасын жасап, каталогтан координаталарын жазып алады.

6.3. Теодолиттік түсіріс кезіндегі далалық жұмыстар

Далалық жұмыстардың құрамына мынадай жұмыстар енеді:

- 1) жергілікті жерді рекогносцировкалау және нүктелерді немесе пункттерді бекіту;
- 2) түсірістің пландық негіздеуін жасаған кезде бұрыштарды және сызықтардың ұзындығын өлшеу;
- 3) жергілікті жердің контурлары мен жай-жапсарларын түсіру;
- 4) түсіріс негіздеуінің нүктелерін немесе пункттерін мемлекеттік немесе жергілікті жүйе пункттеріне байланыстыру.

Жергілікті жерді рекогносцировкалау және нүктелерді немесе пункттерді бекіту

Рекогносцировка кезінде геодезиялық тірек жүйесінің пунктері ізделініп табылады және жүргізілетін теодолиттік жүрістердің және жүргізілетін теодолиттік жүрістердің неғұрлым қолайлы орындары белгіленеді.

Рекогносцировканың нәтижесін ірі масштабтағы немесе жұмыс барысында жасалған схемаға түсіреді. Жергілікті жерде тұйықталған және тұйықталмаған (диагональ) теодолиттік жүрістер жүргізіледі (50-сурет). Осы теодолиттік жүрістердің бұрылу нүктелерін қазықшамен, шегемен, үлкен шегемен, металл трубалармен және бағаналармен бекітеді, олардың жанындағы белгілерде нүкте нөмірлері, жұмысты жүргізіп отырған мекеме аты мен орындаған жылы көрсетіледі.

Түсірістің пландық негіздеуін жасаған кезде бұрыштарды және сызықтардың ұзындығын өлшеу

Теодолиттік жүрістерді жүргізу кезінде мына жұмыстар істеледі:

- Бұрыштарды дәл және техникалық теодолиттердің көмегімен бір толық тәсілдер жолымен $30''$ дәлдікпен өлшейді. Теодолитті орнату нүктесінің үстіне дәлдігі 5-10 мм қателікпен центрлейді. Нысаналау кезінде дүрбіні қаданың көрініп тұрған ең төмен бөлігіне бағыттайды, қабырғаларының көлбеулік бұрыштары $\nu \geq \pm 2^0$ болса, онда олардың горизонталь ұзындықтарын есептеп шығарады. Горизонталь бұрыштарды бір толық тәсілдер жолымен өлшегенде жартылай тәсілдер арасында лимбаның орнын 90^0 -қа ауыстырады;

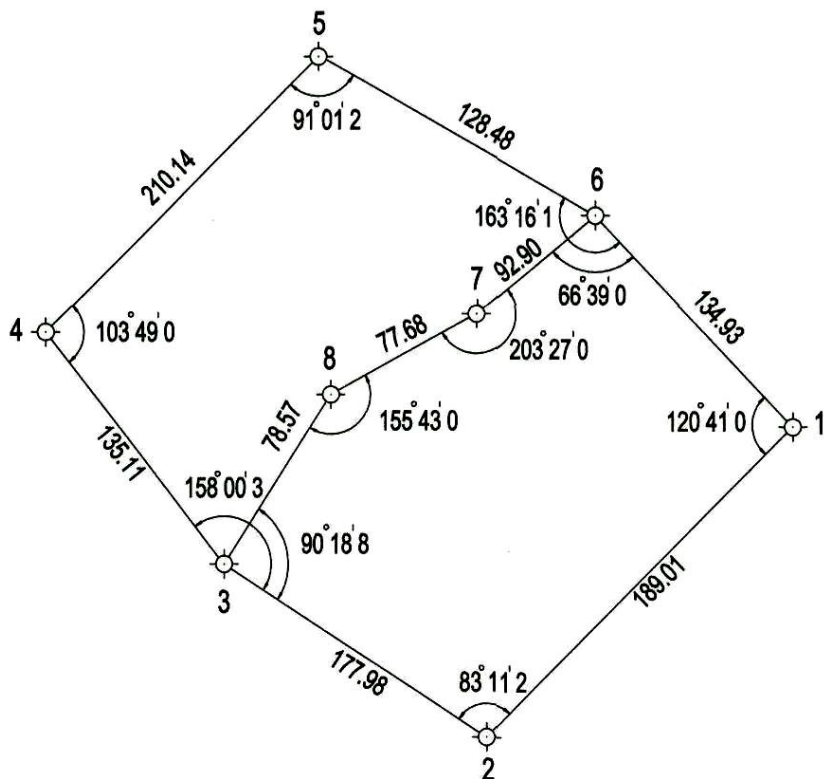
● Сызықтың ұзындықтарын 20м-лік өлшеуіш лентамен немесе рулеткамен тура және кері бағытта өлшейді: өлшеудің екі нәтижесін және олардың орта мәнін арнайы дайындалған журналға жазады. Әрбір қабырғаның екі рет өлшенген ұзындығының арасындағы айырмашылығы 1-разрядты жүрістерде ұзындық 1:2000-нан, ал 2-разрядты жүрістер де – 1:1000-нан аспауы керек.

Түсіріс негіздеуінің қабырғалары арасындағы горизонталь бұрыштарды өлшеу журналы

16-кесте

Нүктелері		Вертикаль деңгелектің орны	Горизонталь деңгелектегі есептеулер	Бұрыш	Орта бұрыш	Ара кашықтық	Көлбеу
станция	нысаналау						
1	2	3	4	5	6	7	
Тұйықталған теодолиттік жүріс							
1	6	ОД	190°50'8	120°40'8	120°41'0	1-2	
	2		70°10'0			189,00	
	6	СД	10°50'0	120°41'3		189,02	
	2		250°08'7			189,01	
2	1	ОД	183°11'4	83°11'4	83°11'2	2-3	
	3		100°00'0			177,97	
	1	СД	3°11'0	83°11'0		177,99	
	3		280°00'0			177,98	
3	2	ОД	312°00'7	158°00'4	158°00'3	3-4	
	4		154°00'3			135,10	
	2	СД	132°00'2	158°00'2		135,11	
	4		334°00'0			135,11	
4	3	ОД	368°58'2	103°49'2	103°49'0	4-5	
	5		255°09'0			210,15	
	3	СД	178°57'8	103°48'8		210,13	
	5		75°09'0			210,14	

5	4	ОД	180°01'6	91°01'1	91°01'2	5-6	
	6		89°00'5			128,47	
	4	СД	0°01'8	91°01'3		128,49	
	6		269°00'5			128,48	
6	5	ОД	182°23'5	163°16'3	163°16'1	6-1	
	1		19°07'2			134,93	
	5	СД	2°23'4	163°15'9		134,93	
	1		199°07'05			134,93	
Тұйықталмаған (диагональ) теодолиттік жүріс							
6	1	СД	0°05'4	66°38'8	66°39'0	6-7	
	7		66°44'2			92,89	
	1	ОД	180°05'6	66°39'2		92,91	
	7		246°44'8			92,90	
7	6	СД	0°05'2	203°27'1	203°27'0	7-8	
	8		203°32'3			77,67	
	6	ОД	180°05'5	203°26'9		77,69	
	8		23°32'4			77,68	
8	7	СД	0°05'7	155°43'1	155°43'0	8-3	
	3		155°48'8			78,58	
	7	ОД	180°06'0	155°43'0		78,56	
	3		335°49'0			78,57	
3	8	СД	0°05'0	90°18'6	90°18'8		
	2		90°23'6				
	8	ОД	180°05'4	90°19'0			
	2		270°24'4				



50-сурет. Түсірістің пландық негіздеуінің схемасы

Бұрыштарды және сызықтың ұзындықтарын өлшеудің нәтижесін және олардың орта мәнін жазу 16-кестедегі түсіріс негіздеуінің қабырғаларының арасындағы горизонталь бұрыштарды өлшеу журналында келтірілген, ал сонымен қатар 55-суреттегі түсірістің жоспарлық негіздеу жүрістерінің схемасында көрсетілген.

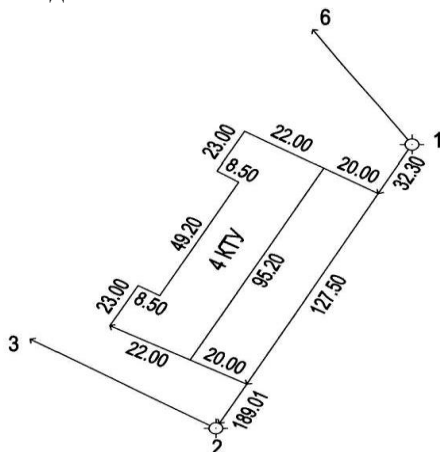
Жергілікті жердің контуры мен жай-жапсарын түсіру

Түсірістің немесе горизонталь түсірісі кезінде жергілікті жердегі нүктелердің орнын анықтаудың келесі тәсілдерін қолданады.

1. **Перпендикулярлар тәсілі** анықталатын нүктеден теодолиттік жүрістің қабырғасына түсірілген жергілікті жердегі перпендикулярдың ұзындығын және жүрістің нүктесінен перпендикулярдың табанына дейінгі ара қашықтықты өлшеуден тұрады (51,а-сурет). Қысқа перпендикуляр көз мөлшерімен, ал ұзындары-эккердің көмегімен тұрғызылады. Эккер үш қырлы призма болып табылады, оның екі қыры теодолиттік жүрістің

қабырғасына перпендикулярды түсіретін және көз алдына келтіретін айна қызметін атқарады.

2. **Тұстамалар тәсілі** теодолиттік жүрістің қабырғаларына тірелетін сызықтардың тұстамаларын немесе тірек нүктелерінің тұстамасында орналасқан нүктелерді түсіруде қолданылады (51,б-сурет). Бұл тәсіл кесінді сызықтардың шеткі нүктелерінің арасында көрінушілік болған жағдайда пайдаланылады. Жармалар тәсілі құрылыс салынған аймақтарды түсіруде кең қолданылады, әрі перпендикулярмен ұзындық қиылыстыру тәсілдерімен жиі ұштастырылады.



51,а-сурет. Перпендикуляры тәсілі

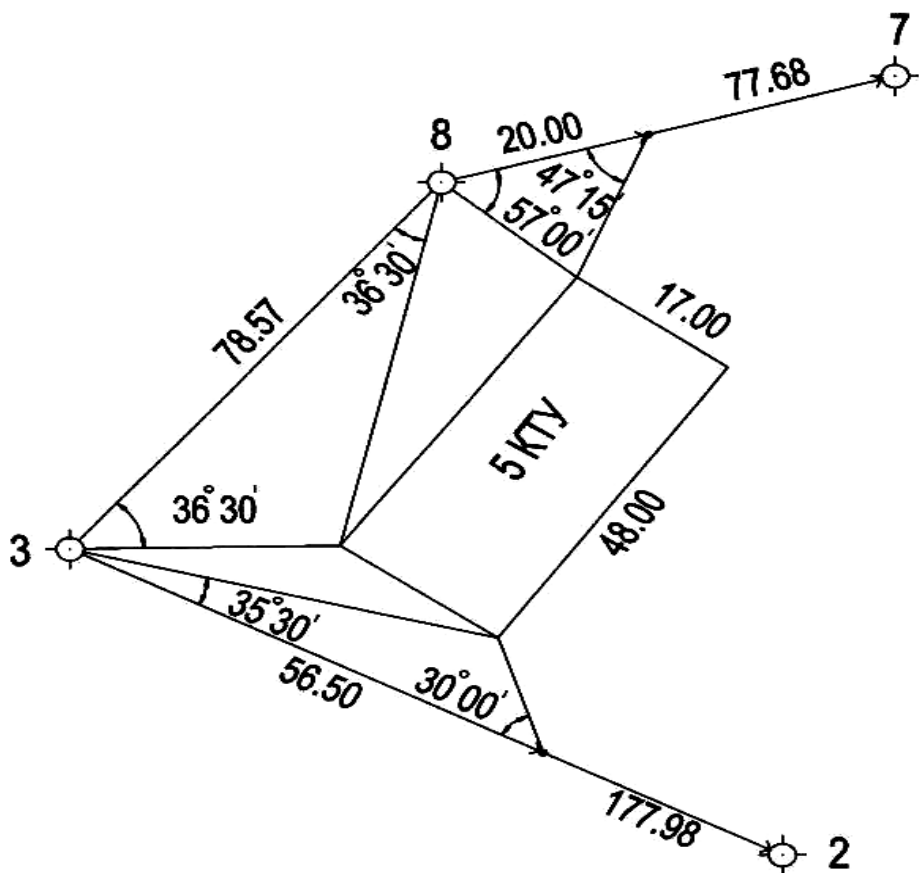
3. **Бұрыштық қиылыстыру тәсілі**, әдетте, жетуі қиын нүктелерді түсіру қолданылады (51,в-сурет). Нүктенің орны теодолиттік жүрістің нүктелерінен не қабырғаларында орналасқан нүктелерден өлшенілетін екі бұрышпен анықталып, анықталатын нүктедегі бұрыштың шамасы $30-150^{\circ}$ аралығында болуы тиіс. Нүктенің орнын салу транспортирмен жасалынады, олардың қиылысқан жері тиісті нүктенің орны болып табылады.

4. **Ұзындық қиылыстыру тәсілі** кезінде нүктенің орны қабырғаға өлшенген үшбұрыштың төбесі арқылы анықталады. Нүктенің пландағы орнын анықтау үшін жергілікті жерде үшбұрыштың үш қабырғасының ұзындығын өлшеп, олардың қиылысқан жері тиісті нүктенің орны болып табылады. Кейін планда олар арқылы үшбұрышты салу керек (51,г-сурет).

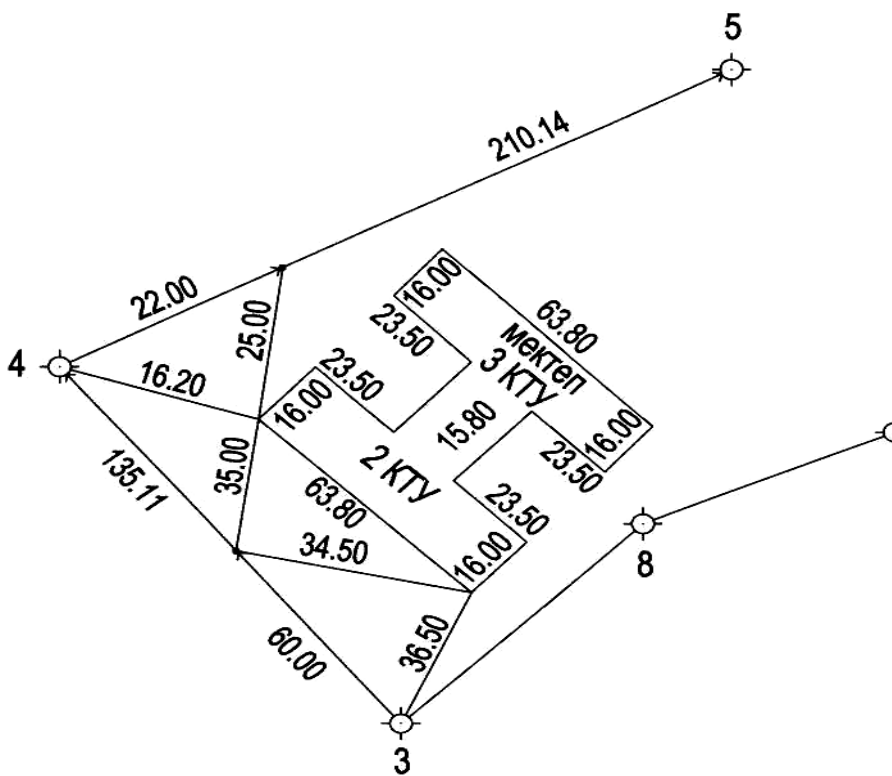
5. **Полярлық координаталар тәсілі** теодолиттік жүрістен ашық жерде қашықтау орналасқан жергілікті жердегі жай-жапсарларды және контурлардың сипатты нүктелерін түсіру үшін қолданылады. Бұл тәсіл кезінде түсіріс тұрғынан жүргізіліп, оның бір шеті полюс ретінде қабылданады. Түсірілетін нүктенің орны

координаталармен: тұрақты сызықтан берілген нүктенің бағытына дейінгі есепте. горизонталь бұрышпен және полюспен осы нүктеге дейінгі ара қашықтық анықталады. Бұрыштарды полюсте орнатылған теодолитпен,, ал ара қашықтықты өлшеуіш лентамен,, рулеткамен және қашықтық өлшеуішпен өлшейді (51,д-сурет).

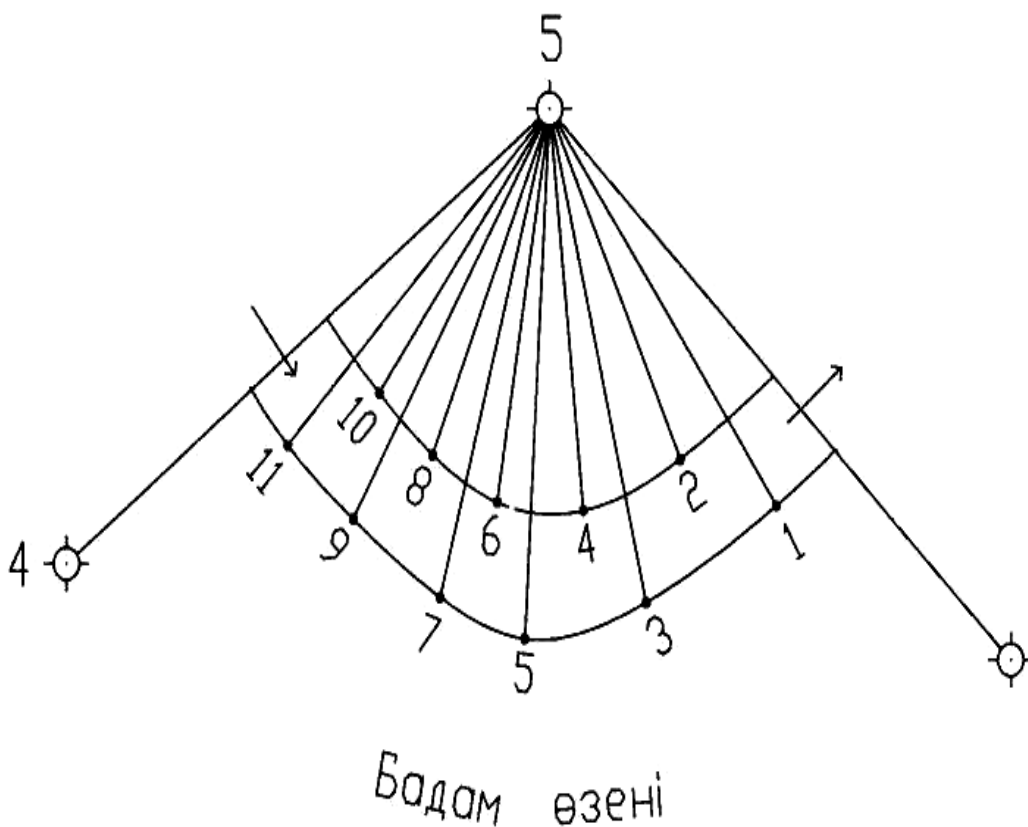
Жергілікті жердің контурларын, түсіріс нәтижелерін, кесінді сызықтар ұзындықтарын өлшеу журналынан абриске енгізеді. Абрис схематикалық сызба б табылады, бірақ ол жергілікті жердің контурларының өзара және сызықтарының орналасу реттерін міндетті



51,6–сурет. Тұстамалар тәсілі
 51,в–сурет. Бұрыштық қиылыстыру тәсілі



51,г – сурет. Ұзындық қыялыстыру тәсілі



51,д–сурет. Полярлық координаталар тәсілі

түрде сақтай отырып, анық әрі мұқият салынады. Абристігі жазулар қарапайым қарындашпен,, контурлардың түзу учаскелері сызғышпен түсіріледі. Абристі салғанда ондағы орналасатын бедерлер мен жазулардың анық және қолайлы орналасуын қамтамасыз ететін масштаб таңдалуы тиіс.

Реттік қатары	Ара қашықтық	Бұрыштар
1	73,86	9°30'
2	61,13	15°15'
3	75,56	25°00'

4	65,34	37°30'
5	84,45	39°45'
6	67,85	47°30'
7	84,12	52°30'
8	63,32	60°45'
9	78,00	67°00'
10	57,85	74°30'
11	70,90	85°30'

6.4. Теодолиттік түсірістегі далалық өлшеулердің нәтижелерін өңдеу

Теодолиттік түсірістегі далалық өлшеулердің нәтижелері бойынша тұйықталған және тұйықталмаған (диагональ) теодолиттік жүрістердегі нүктелердің координаталары есептелініп шығарылады.

Тұйықталған теодолиттік жүрістегі нүктелердің координаталарын есептеу

Тұйықталған теодолиттік жүрістегі нүктелердің координаталарын есептеп шығару жолының мысалын қарастыралық (55-сурет). Есептеп шығарулар үшін арнайы ведомость қолданылып (17-кесте), төмендегі ретпен жасалынады:

1. Бұрыштарды өлшеу журналынан 2-графаға горизонталь бұрыштардың

$$\beta_1 = 120^{\circ}41'0, \beta_2 = 83^{\circ}11'2, \beta_3 = 158^{\circ}00'3, \beta_4 = 103^{\circ}49'0, \beta_5 = 91^{\circ}01'2, \beta_6 = 163^{\circ}16'1 \text{ орташа мәнін жазып алады (16-кесте);}$$

2. Ведомостың 5-графасына 1-2 қабырғасының бастапқы дирекциондық бұрышын $\alpha_{1-2} = 203^{\circ}33'3$ және 7-графаға теодолиттік жүрістің қабырғаларының горизонталь ұзындықтарын $d_{1-2} = 189,01 \text{ м}, d_{2-3} = 177,98 \text{ м},$

$$d_{3-4} = 135,11 \text{ м}, d_{4-5} = 210,14 \text{ м}, d_{5-6} = 128,48 \text{ м}, d_{6-1} = 134,93 \text{ м} \text{ енгізеді (16-кесте);}$$

3. Өлшенілген бұрыштардың практикалық қосындысын есептейді:

$$\sum \beta_{np} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6 = 120^\circ 41' 0 + 83^\circ 11' 2 + 158^\circ 00' 3 + 103^\circ 49' + 163^\circ 16' 1 = 719^\circ 58' 8$$

4. Тұйықталған теодолиттік жүрістің бұрыштарының теориялық қосындысы мына формуламен есептеледі:

$$\sum \beta_{теор} = 180^\circ (n - 2) = 180^\circ (6 - 2) = 720^\circ 00' 0$$

мұндағы $n = 6$ - көпбұрыштың ішкі бұрыштарының саны.

5. Полигонның бұрыштарындағы бұрыштық үйлеспеушілікті мына өрнекпен анықтайды:

$$f_\beta = \sum \beta_{np} - \sum \beta_{теор} = 719^\circ 58' 8 - 720^\circ 00' 0 = -1' 2$$

6. Бұрыштық қиыспаушылықтың f_β табылған шамасы болуы ықтимал шекті бұрыштық қиыспаушылықпен $f_{\beta_{ш}}$ салыстырылады. Бұрыштық үйлеспеушіліктің шамасы бұрышты өлшеудің дәлдігін сипаттайды; ал оның мәні мына формула бойынша анықталатын ықтимал шекті шамадан аспауы керек:

$$f_{\beta_{ш}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{6} = \pm 2' 4$$

Теодолиттік жүрістің нүктелерінің координаталарын есептеу ведомосты

	Горизонталь бұрыштар			Дирекциондық бұрыштар, α	Кестелік бұрыштар (румбалар)	Горизонталь ара қашықтық, d, м	Координаталар			
	өлшенген	түзету	түзетілген				Есептелген			
							±	Δx	түзету	±
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
				Тұйықталған теодолит						
1	120°41'0	+0'2	120°41'2	203°33'3	ОБ:23°33'3	189,01	-	173,26	-0,06	-
2	83°11'2	+0'2	83°11'4	300°21'9	СБ:59°38'1	177,98	+	89,97	-0,06	-
3	158°00'3	+0'2	158°00'5	322°21'4	СБ:37°38'6	135,11	+	106,98	-0,05	-
4	103°49'0	+0'2	103°49'2	38°32'2	СШ:38°32'2	210,14	+	164,37	-0,06	+
5	91°01'2	+0'2	91°01'4	127°30'8	ОШ:52°29'2	128,48	-	78,24	-0,05	+
6	163°16'1	+0'2	163°16'3	144°14'5	ОШ:35°45'5	134,93	-	109,49	-0,05	+
					ΣP = 975,65		f _x = +0,33 _м			f _y =
β _{np} = 719°58'8				f _{абс} = √f _x ² + f _y ² = √0,33 ² + 0,33 ² = 0,47						
β _м = 720°00'0										
fβ = -1'2										

$$f\beta_{uu} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 2'4$$

$$f_{can} = \frac{1}{\Sigma P : f_{a\bar{o}c}} = \frac{1}{N} \leq \frac{1}{2000} = \frac{975,65}{0,34} = \frac{1}{2869} \leq \frac{1}{2000}$$

Есептеген: _____

Тексерген: _____

7.Егер іс жүзіндегі бұрыштық үйлеспеушіліктің болуы ықтимал шекті бұрыштық үйлеспеушіліктен аспаса $f_{\beta} < f_{\beta_{\text{ли}}} = -0^{\circ}01'2 < \pm 0^{\circ}02'4$, онда оны барлық бұрыштарға таңбасын теріс етіп тепе-тең үлестіреді, яғни 3-графаға барлық өлшенген бұрыштарға таңбасын үйлеспеушіліктің таңбасына кері етіп түзетулер $\Delta\beta$ енгізіледі

$$\Delta\beta = \pm \frac{f_{\beta}}{n} = \frac{-1'2}{6} = +0'2$$

Түзетулерді минуттың ондық бөлігіне дейін дөңгелектеп енгізеді. Егер 0,1-ге дейін дөңгелектеген соң түзетулер тепе-тең бөлінбесе, онда қабырғалары қысқа бұрыштарға көбірек түзету енгізеді. Кішкене полигондар мен қысқаша жүрістер үшін бұрыштарды толық минутқа дейін дөңгелектеу мақсатында, әртүрлі таңбалы түзетулер енгізілуі мүмкін.

8.4-графаға өлшенген бұрыштарды есептелінген түзетулермен алгебралық қосып, түзетілген бұрыштарды тауып жазады:

$$\beta_{T.1.} = \beta_1 \pm \Delta\beta_1 = 120^{\circ}41'0 + 0'2 = 120^{\circ}41'2,$$

$$\beta_{T.2.} = \beta_2 \pm \Delta\beta_2 = 83^{\circ}11'2 + 0'2 = 83^{\circ}11'4,$$

$$\beta_{T.3.} = \beta_3 \pm \Delta\beta_3 = 158^{\circ}00'3 + 0'2 = 158^{\circ}00'5,$$

$$\beta_{T.4.} = \beta_4 \pm \Delta\beta_4 = 103^{\circ}49'0 + 0'2 = 103^{\circ}49'2,$$

$$\beta_{T.5.} = \beta_5 \pm \Delta\beta_5 = 91^{\circ}01'2 + 0'2 = 91^{\circ}01'4,$$

$$\beta_{T.6.} = \beta_6 \pm \Delta\beta_6 = 163^{\circ}16'1 + 0'2 = 163^{\circ}16'3.$$

9. Бұрыштар үйлесуінің дұрыстығын тексереді, ол үшін түзетілген бұрыштардың

$\sum \beta_T = \beta_{T.1} + \beta_{T.2} + \beta_{T.3} + \beta_{T.4} + \beta_{T.5} + \beta_{T.6} = 120^{\circ}41'2 + 83^{\circ}11'4 + 158^{\circ}00'5 + -103^{\circ}49'2 + 91^{\circ}01'4 + 163^{\circ}16'3 = 720^{\circ}00'0$ қосындысын есептейді, сонда бұрыштық өлшеулерді өңдеудің дұрыстығын мына теңдік бойынша тексереді $\sum \beta_{\text{музет}} = \sum \beta_{\text{теор}} = 720^{\circ}00'0 = 720^{\circ}00'0$.

10.Бастапқы белгілі қабырғасының алғашқы дирекциондық бұрышы және полигонның түзетілген ішкі бұрыштарының мәні бойынша жүйелікпен ішкі полигонның барлық қалған қабырғаларының

дирекциондық бұрыштарын мына формуламен есептеп шығарып, 5-графаға жазады:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_{T,2}^{OH} = 203^\circ 33' / 3 + 180^\circ - 83^\circ 11' / 4 = 300^\circ 21' / 9,$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^\circ - \beta_{T,3}^{OH} = 300^\circ 21' / 9 + 180^\circ - 158^\circ 00' / 5 = 322^\circ 21' / 4,$$

$$\alpha_{4-5} = \alpha_{3-4} + 180^\circ - \beta_{T,4}^{OH} = 322^\circ 21' / 4 + 180^\circ - 103^\circ 49' / 2 = 398^\circ 32' / 2 - 360^\circ$$

,

$$\alpha_{5-6} = \alpha_{4-5} + 180^\circ - \beta_{T,5}^{OH} = 38^\circ 32' / 2 + 180^\circ - 91^\circ 01' / 4 = 127^\circ 30' / 8,$$

$$\alpha_{6-1} = \alpha_{5-6} + 180^\circ - \beta_{T,6}^{OH} = 127^\circ 30' / 8 + 180^\circ - 163^\circ 16' / 3 = 144^\circ 14' / 5.$$

Немесе $\alpha_n = \alpha_{n-1} - 180^\circ + \beta_{T,n-1}$,

мұндағы $\beta_{T,1,2,3,4,5,6}^{OH}$, $\beta_{T,n-1}^{COL}$ -жүрістегі оң және сол түзетілген сәйкес бұрыштар;

$\alpha_{2-3,3-4,4-5,5-6,6-1}$, α_n -келесі қабырғаның дирекциондық бұрышы;

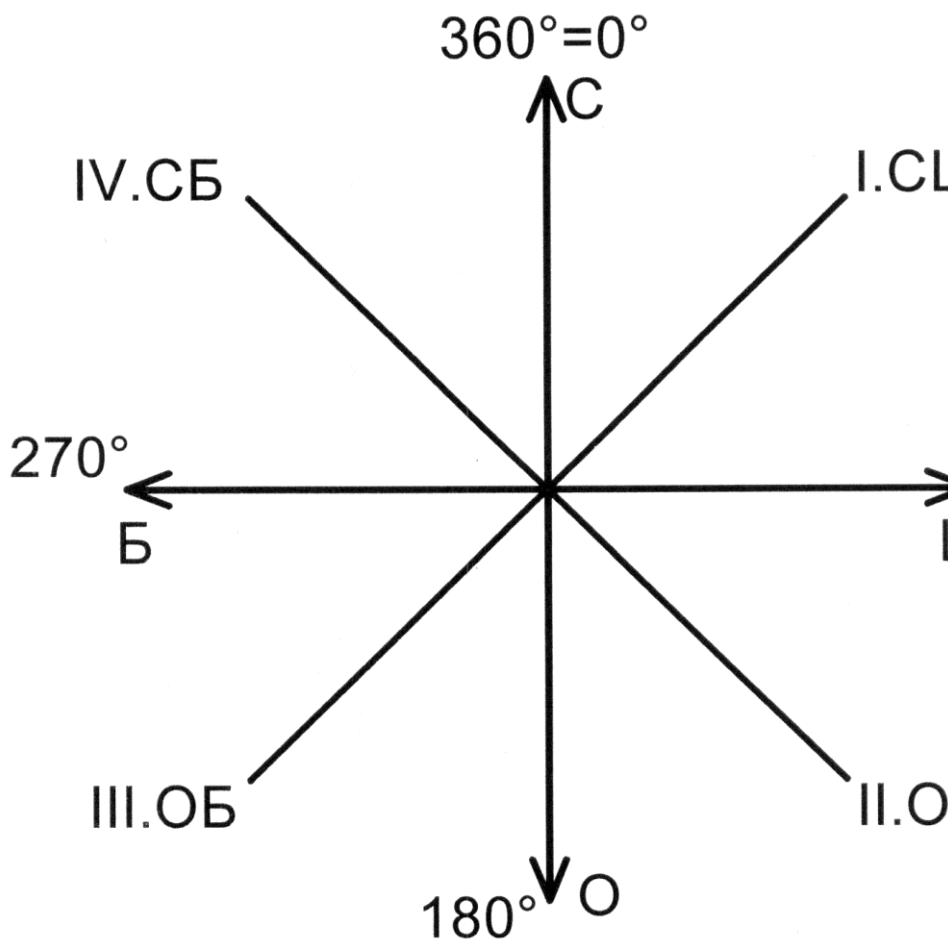
α_{1-2} , α_{n-1} - бастапқы қабырғаның дирекциондық бұрышы.

11.Дирекциондық бұрыштарды есептеп шығаруды тексереді.

Тұйықталған теодолиттік жүрісте бастапқы қабырғаның дирекциондық бұрышын табу есептеулерді тексеру болып табылады:

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{6-1} + 180^\circ - \beta_{музет,1}^{OH} = 144^\circ 14' / 5 + 180^\circ - 120^\circ 41' / 2 = 203^\circ 33' / 3$$

12. Румбалардың мәндерін мына формулаларды қолданып, есептеп шығарып 6-графаға жазады (52-сурет):



52-сурет. Румбалар

I ширек СШ: $r_1 = \alpha_1$;

II ширек СШ: $r_2 = 180^\circ - \alpha_2$;

III ширек ОБ: $r_3 = \alpha_3 + 180^\circ$;

IV ширек СБ: $r_4 = 360^\circ - \alpha_4$.

$$\text{III ширек ОБ: } r_{1-2} = \alpha_{1-2} - 180^0 = 203^0 33' 3 - 180^0 = 23^0 33' 3,$$

$$\text{IV ширек СБ: } r_{2-3} = 360^0 - \alpha_{2-3} = 360^0 - 300^0 21' 9 - 59^0 38' 1,$$

$$\text{IV ширек СБ: } r_{3-4} = 360^0 - \alpha_{3-4} = 360^0 - 322^0 21' 4 - 37^0 38' 6,$$

$$\text{I ширек СШ: } r_{4-5} = \alpha_{4-5} = 38^0 32' 2,$$

$$\text{II ширек ОШ: } r_{5-6} = 180^0 - 127^0 30' 8 - 52^0 29' 2,$$

$$\text{II ширек ОШ: } r_{6-1} = 180^0 - 144^0 14' 5 - 35^0 45' 5.$$

13. Теодолиттік жүрістің қабырғаларының горизонталь проекциялары есептелініп шығарылады. Егер қабырғалардың ұзындығын өлшеу кезінде көлбеулік ұзындық D және көлбеулік бұрыш ν анықталса, онда горизонталь ұзындықтарды мына формуланың көмегімен анықтауға болады:

$$d = D \cos \nu$$

14. Геодезиялық тура есептің формулаларын пайдаланып координаталар өсімшелерін ЭЕМ-нің көмегімен есептеп шығарады:

$$\Delta x_{1-2} = d_{1-2} \cdot \cos \alpha_{1-2} = 189,01 \cdot \cos 203^0 33' 3 = 189,01 \cdot (-0,91667688) = -$$

$$\Delta y_{1-2} = d_{1-2} \cdot \sin \alpha_{1-2} = 189,01 \cdot \sin 203^0 33' 3 = 189,01 \cdot (-0,399629199) = -$$

$$\Delta x_{2-3} = d_{2-3} \cdot \cos \alpha_{2-3} = 177,98 \cdot \cos 300^0 21' 9 = 177,98 \cdot 0,50550679 = +89,$$

$$\Delta y_{2-3} = d_{2-3} \cdot \sin \alpha_{2-3} = 177,98 \cdot \sin 300^0 21' 9 = 177,98 \cdot (-0,862822626) = -$$

$$\Delta x_{3-4} = d_{3-4} \cdot \cos \alpha_{3-4} = 135,11 \cdot \cos 322^0 21' 4 = 135,11 \cdot 0,791827958 = +10,$$

$$\Delta y_{3-4} = d_{3-4} \cdot \sin \alpha_{3-4} = 135,11 \cdot \sin 322^0 21' 4 = 135,11 \cdot (-0,610744205) = -$$

$$\Delta x_{4-5} = d_{4-5} \cdot \cos \alpha_{4-5} = 210,14 \cdot \cos 38^0 32' 2 = 210,14 \cdot 0,782209615 = +16,$$

$$\Delta y_{4-5} = d_{4-5} \cdot \sin \alpha_{4-5} = 210,14 \cdot \sin 38^\circ 32' / 2 = 210,14 \cdot 0,623015342 = +130,71$$

,

$$\Delta x_{5-6} = d_{5-6} \cdot \cos \alpha_{5-6} = 128,48 \cdot \cos 127^\circ 30' / 8 = 128,48 \cdot (-0,608946034) = -78,24$$

,

$$\Delta y_{5-6} = d_{5-6} \cdot \sin \alpha_{5-6} = 128,48 \cdot \sin 127^\circ 30' / 8 = 128,48 \cdot 0,793211653 = +101,84$$

,

$$\Delta x_{6-1} = d_{6-1} \cdot \cos \alpha_{6-1} = 134,93 \cdot \cos 144^\circ 14' / 5 = 134,93 \cdot (-0,811488997) = -109,50$$

,

$$\Delta y_{6-1} = d_{6-1} \cdot \sin \alpha_{6-1} = 134,93 \cdot \sin 144^\circ 14' / 5 = 134,93 \cdot 0,584367698 = +78,70$$

Координаталар өсімшелерінің таңбалары берілген бағыттың қай ширекте жатқанына байланысты болады, яғни қабырғаның дирекциондық бұрышының мәнімен анықталады (18-кесте).

Координаталар өсімшелерінің таңбалары

18-кесте

Координаталар өсімшелері	I ширек СШ	II ширек ОШ	III ширек ОБ	IV ширек СБ
Дирекциондық бұрыштар	0°-90°	90°-180°	180°-270°	270°-360°
Δx	+	-	-	+
Δy	+	+	-	-

Координаталар өсімшелерінің есептеліп шығарылған мәндерін координаталар ведомостысының 9 және 12-графаларына жазады. Сонымен қатар координаталар өсімшелерін румбалардың мәндерімен мына формулалармен есептеп шығаруға болады:

$$\Delta x = \pm d \cos r,$$

$$\Delta y = \pm d \sin r.$$

15. X және Y өстеріндегі координаталар өсімшелеріндегі үйлеспеушілікті анықтау мақсатымен 9-және 12- графалардағы оң және теріс өсімшелерді жеке-жеке қосады, содан соң алгебралық қосындысын есептеп, оның нәтижесін қорытынды сызықтың астына жазады.

$$f_x = \Delta x_{1-2} + \Delta x_{2-3} + \Delta x_{3-4} + \Delta x_{4-5} + \Delta x_{5-6} + \Delta x_{6-1} = (-173,26) + 89,97 + 106,98 - 164,37 + (-78,24) + (-109,49) = +0,33_m$$

$$f_y = \Delta y_{1-2} + \Delta y_{2-3} + \Delta y_{3-4} + \Delta y_{4-5} + \Delta y_{5-6} + \Delta y_{6-1} = (-75,53) + (-153,50) + 130,92 + 101,91 + 78,85 = +0,07_m$$

16. Теодолиттік жүрістің периметріндегі абсолют ұзындық үйлеспеушілікті $f_{a\bar{o}\bar{o}}$ мына формула бойынша анықтайды:

$$f_{a\bar{o}\bar{o}} = \sqrt{f^2 x + f^2 y} = \sqrt{0,33^2 + 0,07^2} = +0,34_m$$

17. Теодолиттік жүрістегі бұрыштық және ұзындық өлшеулердің дәлдігі салыстырмалы ұзындық үйлеспеушіліктің шамасымен бағаланады, ол абсолют ұзындық үйлеспеушілігіне $f_{a\bar{o}c}$ тура пропорционал, ал полигонның периметріне $\sum P$ кері пропорционал болады, оның мәні периметрдің $\frac{1}{2000}$ бөлігінен аспауы тиіс.

$$f_{cal.} = \frac{f_{a\bar{o}c}}{\sum P} = \frac{1}{\sum P : f_{a\bar{o}c}} = \frac{1}{N} \leq \frac{1}{2000} = \frac{975,65}{0,34} = \frac{1}{2869} \leq \frac{1}{2000}$$

18. Егер салыстырмалы ұзындық үйлеспеушілік шегінен аспаса, яғни шарт орындалатын болса, онда координаталар өсімшелеріне теодолиттік жүрістің қабырғаларының ұзындығына пропорционал етіп кері таңбамен түзетулер енгізіледі.

$$(\delta_x)_{1-2} = \frac{-f_x}{\sum P} \cdot d_{1-2} = \frac{-0,33}{975,65} \cdot 189,01 = -0,06_m,$$

$$(\delta_y)_{1-2} = \frac{-f_y}{\sum P} \cdot d_{1-2} = \frac{-0,07}{975,65} \cdot 189,01 = -0,01_m,$$

$$(\delta_x)_{2-3} = \frac{-f_x}{\sum P} \cdot d_{2-3} = \frac{-0,33}{975,65} \cdot 177,98 = -0,06 м,$$

$$(\delta_y)_{2-3} = \frac{-f_y}{\sum P} \cdot d_{2-3} = \frac{-0,07}{975,65} \cdot 177,98 = -0,01 м,$$

$$(\delta_x)_{3-4} = \frac{-f_x}{\sum P} \cdot d_{3-4} = \frac{-0,33}{975,65} \cdot 135,11 = -0,05 м,$$

$$(\delta_y)_{3-4} = \frac{-f_y}{\sum P} \cdot d_{3-4} = \frac{-0,07}{975,65} \cdot 135,11 = -0,01 м,$$

$$(\delta_x)_{4-5} = \frac{-f_x}{\sum P} \cdot d_{4-5} = \frac{-0,33}{975,65} \cdot 210,14 = -0,06 м,$$

$$(\delta_y)_{4-5} = \frac{-f_y}{\sum P} \cdot d_{4-5} = \frac{-0,07}{975,65} \cdot 210,14 = -0,01 \approx -0,02 м,$$

$$(\delta_x)_{5-6} = \frac{-f_x}{\sum P} \cdot d_{5-6} = \frac{-0,33}{975,65} \cdot 128,48 = -0,03 \approx -0,05 м,$$

$$(\delta_y)_{5-6} = \frac{-f_y}{\sum P} \cdot d_{5-6} = \frac{-0,07}{975,65} \cdot 128,48 = -0,01 м,$$

$$(\delta_x)_{6-1} = \frac{-f_x}{\sum P} \cdot d_{6-1} = \frac{-0,33}{975,65} \cdot 134,93 = -0,04 \approx -0,05 м,$$

$$(\delta_y)_{6-1} = \frac{-f_y}{\sum P} \cdot d_{6-1} = \frac{-0,07}{975,65} \cdot 134,93 \approx -0,01 м.$$

Табылған түзетулерді метрдің жүз бөлігіне дейін дөңгелектеп, оларды ведомостың 10-және 13- графаларына жазады.

19.Тексеру мақсатымен түзетулердің (δ_x) және (δ_y) қосындыларын табады: олар тиісті үйлеспеушіліктерге кері таңбамен тең болуы тиіс, яғни

$$\sum(\delta_x) = -f_x = -0,33 = +0,33 м,$$

$$\sum(\delta_y) = -f_y = -0,07 = +0,07 м.$$

20.Есептеліп шығарылған координаталар өсімшелері мен түзетулері бойынша координаталардың түзетілген өсімшелерін анықтап, оларды ведомостың 15-және – 17-графасына жазады:

$$\Delta x_{T,1-2} = \Delta x_{1-2} + (\delta_x)_{1-2} = -173,26 + (-0,06) = -173,32 м,$$

$$\Delta y_{T,1-2} = \Delta y_{1-2} + (\delta_y)_{1-2} = -75,53 + (-0,01) = -75,54 м,$$

$$\Delta x_{T,2-3} = \Delta x_{2-3} + (\delta_x)_{2-3} = 89,97 + (-0,06) = 89,91 м,$$

$$\Delta y_{T,2-3} = \Delta y_{2-3} + (\delta_y)_{2-3} = -153,56 + (-0,01) = -153,57 м,$$

$$\Delta x_{T,3-4} = \Delta x_{3-4} + (\delta_x)_{3-4} = 106,98 + (-0,05) = 106,93 м,$$

$$\Delta y_{T,3-4} = \Delta y_{3-4} + (\delta_y)_{3-4} = -82,52 + (-0,01) = -82,53 м,$$

$$\Delta x_{T,4-5} = \Delta x_{4-5} + (\delta_x)_{4-5} = 164,37 + (-0,06) = 164,31 м,$$

$$\Delta y_{T,4-5} = \Delta y_{4-5} + (\delta_y)_{4-5} = 130,92 + (-0,02) = 130,90 м,$$

$$\Delta x_{T,5-6} = \Delta x_{5-6} + (\delta_x)_{5-6} = -78,24 + (-0,05) = -78,29 м,$$

$$\Delta y_{T,5-6} = \Delta y_{5-6} + (\delta_y)_{5-6} = 101,91 + (-0,01) = 101,90 м,$$

$$\Delta x_{T,6-1} = \Delta x_{6-1} + (\delta_x)_{6-1} = -109,49 + (-0,05) = -109,54 м,$$

$$\Delta y_{T,6-1} = \Delta y_{6-1} + (\delta_y)_{6-1} = 78,85 + (-0,01) = 78,84 м.$$

21.Әрбір өстегі түзетілген координаталар өсімшелерінің алгебралық қосындысы нөлге тең болуы тиіс.

$$\begin{aligned} \sum x_T &= \Delta x_{T,1-2} + \Delta x_{T,2-3} + \Delta x_{T,3-4} + \Delta x_{T,4-5} + \Delta x_{T,5-6} + \Delta x_{T,6-1} = \\ &= (-173,32) + 89,91 + 106,93 + 164,31 + (-109,54) = 0 м, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum y_T &= \Delta y_{T,1-2} + \Delta y_{T,2-3} + \Delta y_{T,3-4} + \Delta y_{T,4-5} + \Delta y_{T,5-6} + \Delta y_{T,6-1} = \\ &= (-75,54) + (-153,51) + (-82,53) + 130,90 + 101,90 + 78,84 = 0 м. \end{aligned}$$

22.Түзетілген өсімшелер және бастапқы нүктенің координаталары бойынша жүйелі түрде полигонның барлық ұштарының координаталарын есептеп шығарады:

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{T,1-2} = 500,00 + (-173,32) = +326,68 м,$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{T.1-2} = 500,00 + (-75,54) = +424,46 м,$$

$$X_3 = X_2 + \Delta X_{T.2-3} = 326,68 + 89,91 = +416,59 м,$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{T.2-3} = 424,46 + (-153,57) = +270,89 м,$$

$$X_4 = X_3 + \Delta X_{T.3-4} = 416,59 + 106,93 = +523,52 м,$$

$$Y_4 = Y_3 + \Delta Y_{T.3-4} = 270,89 + (-82,53) = +188,36 м,$$

$$X_5 = X_4 + \Delta X_{T.4-5} = 523,52 + 164,31 = +687,83 м,$$

$$Y_5 = Y_4 + \Delta Y_{T.4-5} = 188,36 + 130,90 = +319,26 м,$$

$$X_6 = X_5 + \Delta X_{T.5-6} = 687,83 + (-78,29) = +609,54 м,$$

$$Y_6 = Y_5 + \Delta Y_{T.5-6} = 319,26 + 101,90 = +421,16 м,$$

$$X_1 = X_6 + \Delta X_{T.6-1} = 609,54 + (-109,54) = +500,00 м,$$

$$Y_1 = Y_6 + \Delta Y_{T.6-1} = 421,16 + 78,84 = +500,00 м.$$

мұндағы $X_{1,2,3,4,5,6}, Y_{1,2,3,4,5,6}$ - X немесе Y өстеріндегі келесі және алдыңғы

нүктелердің тиісті координаталары;

$\Delta x_{T.1-2,2-3,3-4,4-5,5-6,6-1}, \Delta y_{T.1-2,2-3,3-4,4-5,5-6,6-1}$ - өздерінің таңбаларымен алынған

координаталардың түзетілген өсімшелері.

Есептеп шығарылған координаталарды 17-кестенің 19 - және 21-графасына жазады.

Координаталардың есептеп шығарудың дұрыстығын тексеру бастапқы берілген нүктенің координаталарын табу болып саналады.

Тұйықталмаған (диагональ) теодолиттік жүрістегі нүктелердің координаталарын есептеу

Тұйықталмаған (диагональ) теодолиттік жүрістегі нүктелердің координаталарын есептеп шығару жолының мысалын қарастыралық (50-сурет). Есептеп шығарулар үшін арнайы ведомость қолданылып (19-кесте), төмендегідей ретпен жасалынады:

1. Бұрыштарды өлшеу журналынан ведомостың 2-графасына горизонталь бұрыштардың $\beta_3 = 90^0 18' 0$, $\beta_8 = 155^0 43' 0$, $\beta_7 = 203^0 27' 0$, $\beta_6 = 66^0 39' 0$ орташа мәнін жазып алады;

2. Ведомостың 5-графасына 2-3 қабырғасының бастапқы дирекциондық бұрышын $\alpha_{2-3} = 300^0 21' 9$ және 6-1 қабырғасының соңғы дирекциондық бұрышын $\alpha_{6-1} = 144^0 14' 5$ және 7-графаға теодолиттік жүрістің қабырғаларының горизонталь ұзындықтарын $d_{3-8} = 78,57 м$, $d_{8-7} = 77,68 м$, $d_{7-6} = 92,90 м$ енгізеді.

3. Өлшенілген бұрыштардың практикалық қосындысын есептейді:

$$\sum \beta_{np} = \beta_3 + \beta_8 + \beta_7 + \beta_6 = 90^0 18' 0 + 155^0 43' 0 + 203^0 27' 0 + 66^0 39' 0 = 516^0 07' 0$$

4. Тұйықталмаған (диагональ) теодолиттік жүрістің оң бұрыштарының теориялық қосындысы мына формуламен есептеледі:

$$\sum \beta_{теор} = \alpha_B - \alpha_C + 180^\circ \cdot n = 300^\circ 21' 9 - 144^\circ 14' 5 + 180^\circ \cdot 4 - 360^\circ = 516^\circ 07' 4$$

мұндағы α_B – диагональ жүріс басында жалғасқан қабырғасының

дирекциондық бұрышы (біздің мысалда $\alpha_{2-3} = 300^0 21' 9$);

α_C – диагональ жүріс соңында жалғасқан қабырғасының

дирекциондық бұрышы (біздің мысалда $\alpha_{6-1} = 144^0 14' 5$);

n - диагональ жүрістегі бұрыштардың саны (біздің мысалда $n = 4$).

Ескерту. Егер $\alpha_B < \alpha_C$ болса, онда формула бойынша бұрыштардың теориялық қосындысының шамасы алынады, ал егер $\alpha_B > \alpha_C$ болса, онда алынған нәтижеден 360^0 -ты алып тастайды.

Диагональ жүрістің сол бұрыштарының қосындысы мына формуламен есептеледі:

$$\sum \beta_{теор} = \alpha_C - \alpha_B + 180^\circ \cdot n$$

5. Бұрыштық үйлеспеушілікті мына өрнекпен анықтайды:

$$f\beta = \sum \beta_{np} - \sum \beta_{теор} = 516^0 07' 0 - 516^0 07' 4 = -0' 4$$

6. Бұрыштық үйлеспеушіліктің $f\beta$ табылған шамасы болуы ықтимал шекті бұрыштық үйлеспеушілікпен $f\beta_{и}$ салыстырылады. Бұрыштық үйлеспеушіліктің шамасы бұрышты өлшеудің дәлдігін сипаттайды; ал оның мәні мына формула бойынша анықталатын ықтимал шекті шамадан аспауы керек:

$$f\beta_{и} = \pm 1'5\sqrt{n} = \pm 1'5\sqrt{4} = \pm 3'0$$

7.Егер іс жүзіндегі бұрыштық үйлеспеушіліктің болуы ықтимал шекті бұрыштық үйлеспеушіліктен аспаса $f\beta < f\beta_{и} = +0'4 < \pm 3'0$, онда оны барлық бұрыштарға таңбасын теріс етіп тепе-тең үлестіреді, яғни (3-графаға) барлық өлшенген бұрыштарға таңбасын үйлеспеушіліктің таңбасына кері етіп түзетулер $\Delta\beta$ енгізіледі:

$$\Delta\beta = \pm \frac{f\beta}{n} = \frac{+0'4}{4} = +0'1$$

8.4-графаға өлшенген бұрыштарды есептелінген түзетулермен алгебралық қосып, түзетілген бұрыштарды тауып жазады.

$$\beta_{T.3.} = \beta_3 \pm \Delta\beta_1 = 90^0 18'0 + 0'1 = 90^0 18'1,$$

$$\beta_{T.8.} = \beta_8 \pm \Delta\beta_2 = 155^0 43'0 + 0'1 = 155^0 43'1,$$

$$\beta_{T.7.} = \beta_7 \pm \Delta\beta_3 = 203^0 27'0 + 0'1 = 203^0 27'1,$$

$$\beta_{T.6.} = \beta_6 \pm \Delta\beta_4 = 66^0 39'0 + 0'1 = 66^0 39'1,$$

9.Бұрыштар үйлесуінің дұрыстығын тексереді, ол үшін түзетілген бұрыштардың

$\sum \beta_T = \beta_{T.3.} + \beta_{T.8.} + \beta_{T.7.} + \beta_{T.6.} = 90^0 18'1 + 155^0 43'1 + 203^0 27'1 + 66^0 39'1 = 516^0 07'4$ қосындысын есептейді, сонда бұрыштық өлшеулерді өңдеудің дұрыстығын мына тендік бойынша тексереді

$$\sum \beta_T = \sum \beta_{теор} = 516^0 07'4$$

10.Бастапқы кезде диагональ жүріс жалғасатын қабырғасының дирекциондық бұрышы және түзетілген бұрыштарының мәні бойынша жүйелікпен диагональ жүрістің барлық қабырғаларының дирекциондық бұрыштарын есептейді:

$$\alpha_{3-8} = \alpha_{2-3} + 180^{\circ} - \beta_{T.3}^{oH} = 300^{\circ}21'9 + 180^{\circ} - 90^{\circ}18'1 = 390^{\circ}03'2 - 360^{\circ} =$$

$$\alpha_{8-7} = \alpha_{3-8} + 180^{\circ} - \beta_{T.8}^{oH} = 30^{\circ}03'8 + 180^{\circ} - 155^{\circ}43'1 = 54^{\circ}20'7,$$

Теодолиттік жүрістің нүктелерінің координаталарын есептеу ведомості

нүктенің нөмірі	Горизонталь бұрыштар			Дирекциондық бұрыштар, α	Кестелік бұрыштар (румбалар)	Горизонталь ара қашықтық, d, м	Координаталар			
	өлшенген	түзету	түзетілген				Есептелген			
							±	Δx	түзету	±
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
				Тұйықталмаған (диагональ) топологиясы						
				300 ⁰ 21'9						
	90 ⁰ 18'0	+0'1	90 ⁰ 18'1	30 ⁰ 03'8	СШ:30 ⁰ 03'8	78,57	+	68,00	-0,02	+
	155 ⁰ 43'0	+0'1	155 ⁰ 43'1	54 ⁰ 20'7	СШ:54 ⁰ 20'7	77,68	+	45,30	-0,02	+
	203 ⁰ 27'0	+0'1	203 ⁰ 27'1	30 ⁰ 53'6	СШ:30 ⁰ 53'6	92,90	+	79,72	-0,03	+
	66 ⁰ 39'0	+0'1	66 ⁰ 39'1	144 ⁰ 14'5	$\sum P = 249,19\text{м. } \sum \Delta X_{np}^{ecenm} = +193,02 \sum \Delta Y_{np}^{myz} = -192,95$					
					$\sum \Delta X_T = -192,95 \sum \Delta Y_T = -192,95$					
	$\beta_{np} = 719^0 58'8$						$f_x = +0,07$		f_y	
		$\alpha_{2-3} - \alpha_{6-4}$								
				$f_{a\delta c} = \sqrt{fx^2 + fy^2} = \sqrt{0,07^2}$						
$\beta = -0'4 = 300^0 21'9 - 144^0 14'5$										
$180^0 \cdot 4 - 360^0 = 516^0 07'4$										

$$f\beta_{uu} = \pm 1'5\sqrt{4} = \pm 3'0$$

$$f_{can} = \frac{1}{\sum P: f_{a\delta c}} = \frac{1}{N} \leq \frac{1}{1000} = \frac{1}{2265} \leq \frac{1}{1000}$$

Есептеген: _____

Тексерген: _____

$$\alpha_{7-6} = \alpha_{8-7} + 180^\circ - \beta_{T.7}^{OH} = 54^\circ 20' 7'' + 180^\circ - 203^\circ 27' 1'' = 30^\circ 53' 6'',$$

$$\alpha_{6-1} = \alpha_{7-6} + 180^\circ - \beta_{T.6}^{OH} = 30^\circ 53' 6'' + 180^\circ - 66^\circ 39' 1'' = 144^\circ 14' 5'',$$

Соңында диагональ жүріс жалғасқан тұйықталған жүрістің қабырғасының дирекциондық бұрышын табу-есептеулерді тексеру болып табылады.

11. Есептелген дирекциондық бұрыштардың мәндері бойынша тұйықталмаған жүрістің қабырғаларының румбаларын анықтайды (57-сурет):

$$\alpha_{3-8} = 30^\circ 03' 2'', r_{3-8} = CIII : 30^\circ 03' 8'' \text{ I ширек}$$

$$\alpha_{8-7} = 54^\circ 20' 3'', r_{8-7} = CIII : 54^\circ 20' 7'' \text{ I ширек}$$

$$\alpha_{7-6} = 30^\circ 53' 4'', r_{7-6} = CIII : 30^\circ 53' 6'' \text{ I ширек}$$

12. Тұйықталмаған жүрістегі сияқты тұйықталмаған жүрістің қабырғаларының координаталар өсімшелерін ЭЕМ-нің көмегімен есептеп шығарады:

$$\Delta x_{3-8} = d_{3-8} \cdot \cos \alpha_{3-8} = 78,57 \cdot \cos 30^\circ 03' 8'' = +68,00 \text{ м},$$

$$\Delta y_{3-8} = d_{3-8} \cdot \sin \alpha_{3-8} = 78,57 \cdot \sin 30^\circ 03' 8'' = +39,36 \text{ м},$$

$$\Delta x_{8-7} = d_{8-7} \cdot \cos \alpha_{8-7} = 77,68 \cdot \cos 54^\circ 20' 7'' = +45,30 \text{ м},$$

$$\Delta y_{8-7} = d_{8-7} \cdot \sin \alpha_{8-7} = 77,68 \cdot \sin 54^\circ 20' 7'' = +63,12 \text{ м},$$

$$\Delta x_{7-6} = d_{7-6} \cdot \cos \alpha_{7-6} = 92,90 \cdot \cos 30^\circ 53' 6'' = +79,72 \text{ м},$$

$$\Delta y_{7-6} = d_{7-6} \cdot \sin \alpha_{7-6} = 92,90 \cdot \sin 30^\circ 53' 6'' = +47,70 \text{ м}.$$

Координаталар өсімшелерінің таңбалары берілген бағыттың қай ширекте жатқанына байланысты болады, яғни қабырғаның дирекциондық бұрышының мәнімен анықталады (18-кесте). Координаталар өсімшелерінің шығарылған мәндерін координаталар ведомостысының 9-және 12-графаларына жазады.

13. 9- және 12- графалардағы немесе X және У өстеріндегі оң және теріс координаталар өсімшелерін жеке-жеке қосады, содан соң алгебралық қосындысын есептеп, оның нәтижесін қорытынды сызықтың астына жазады.

$$\sum \Delta x = \Delta x_{3-8} + \Delta x_{8-7} + \Delta x_{7-6} = 68,00 + 45,30 + 79,72 = +193,02 м,$$

$$\sum \Delta y = \Delta y_{3-8} + \Delta y_{8-7} + \Delta y_{7-6} = 39,36 + 63,12 + 47,70 = +150,18 м.$$

14.Тұйықталмаған жүрістегі X және У өстеріндегі координаталар өсімшелерінің теориялық қосындысын мына формулалармен анықтайды:

$$\sum \Delta x_{теор} = X_C - X_B = 609,54 - 416,59 = +192,95 м,$$

$$\sum \Delta y_{теор} = Y_C - Y_B = 421,16 - 270,89 = +150,27 м.$$

мұндағы X_B және Y_B – диагональ жүріс жалғасатын ұшының бастапқы координаты (біздің мысалда 3-ші нүкте, 17-кестеге қараңыз);

X_C және Y_C - диагональ жүріс жалғасатын ұшының соңғы координаты (біздің мысалда 6-шы нүкте, 17-кестеге қараңыз).

15. X және У өстеріндегі координаталар өсімшелеріндегі үйлеспеушілікті (f_x және f_y) мына формулалармен анықтайды:

$$f_x = \sum \Delta x - \sum \Delta x_{теор} = 193,02 - 192,95 = +0,07 м ;$$

$$f_y = \sum \Delta y - \sum \Delta y_{теор} = 150,18 - 150,27 = -0,09 м .$$

16.Диагональ жүрістегі абсолют ұзындық үйлеспеушілікті (f_{abc}) мына формула бойынша анықтайды:

$$f_{abc} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,07^2 + 0,09^2} = -0,11 м$$

17.Диагональ жүрістегі бұрыштық және ұзындық өлшеулердің дәлдігі салыстырмалы ұзындық үйлеспеушіліктің шамасымен бағаланады, ол мына формуламен анықталады:

$$f_{сал} = \frac{f_{abc}}{\sum P} = \frac{1}{\sum P : f_{abc}} = \frac{1}{N} \leq \frac{1}{1000} = \frac{1}{249,1 : 0,11} = \frac{1}{2265} \leq \frac{1}{1000}$$

18. Егер салыстырмалы ұзындық үйлеспеушілік шегінен аспаса, онда координаталар өсімшелеріне диагональ жүрістің қабырғаларының ұзындығына пропорционал етіп кері таңбамен түзетулер енгізіледі:

$$(\delta_x)_{3-8} = \frac{-fx}{\sum P} \cdot d_{3-8} = \frac{+0,07}{249,1} \cdot 78,57 = -0,02 \text{ м},$$

$$(\delta_y)_{3-8} = \frac{-fy}{\sum P} \cdot d_{3-8} = \frac{-0,09}{249,1} \cdot 78,57 = +0,03 \text{ м},$$

$$(\delta_x)_{8-7} = \frac{-fx}{\sum P} \cdot d_{8-7} = \frac{+0,07}{249,1} \cdot 77,68 = -0,02 \text{ м},$$

$$(\delta_y)_{8-7} = \frac{-fy}{\sum P} \cdot d_{8-7} = \frac{-0,09}{249,1} \cdot 77,68 = +0,03 \text{ м},$$

$$(\delta_x)_{7-6} = \frac{-fx}{\sum P} \cdot d_{7-6} = \frac{+0,07}{249,1} \cdot 92,90 = -0,03 \text{ м},$$

$$(\delta_y)_{7-6} = \frac{-fy}{\sum P} \cdot d_{7-6} = \frac{-0,09}{249,1} \cdot 92,90 = +0,03 \text{ м}.$$

Табылған түзетулерді метрдің жүз бөлігіне дейін дөңгелектеп, оларды ведомостың 10-және 13-графаларына жазады.

19. Тексеру мақсатымен түзетулердің $(\delta_x)_i$ және $(\delta_y)_i$ қосындыларын табады: олар тиісті үйлеспеушіліктерге кері таңбамен тең болуы тиіс, яғни

$$\sum(\delta_x) = -fx = -0,07 \text{ м} = +0,07 \text{ м},$$

$$\sum(\delta_y) = -fy = +0,09 \text{ м} = -0,09 \text{ м}.$$

20. Есептеліп шығарылған координаталар өсімшелері мен түзетулері бойынша координаталардың түзетілген өсімшелерін анықтап, оларды ведомостың 15-және 17-графаларына жазады:

$$\Delta x_{T.3-8} = \Delta x_{3-8} + (\delta_x)_{3-8} = 68,00 - 0,02 = +67,98 \text{ м},$$

$$\Delta y_{T.3-8} = \Delta y_{3-8} + (\delta_y)_{3-8} = 39,36 + 0,03 = +39,39 \text{ м},$$

$$\Delta x_{T.8-7} = \Delta x_{8-7} + (\delta_x)_{8-7} = 45,30 - 0,02 = +45,28 м ,$$

$$\Delta y_{T.8-7} = \Delta y_{8-7} + (\delta_y)_{8-7} = 63,12 + 0,03 = +63,15 м ,$$

$$\Delta x_{T.7-6} = \Delta x_{7-6} + (\delta_x)_{7-6} = 79,72 - 0,03 = +79,69 м ,$$

$$\Delta y_{T.7-6} = \Delta y_{7-6} + (\delta_y)_{7-6} = 47,70 + 0,03 = +47,73 м .$$

21.Әрбір өстегі түзетілген координаталар өсімшелерінің алгебралық қосындысы өсімшелердің теориялық қосындысына тең болуы тиіс

$$\sum \Delta X_T = \sum \Delta X_{теор} = +192,95 = +192,95 м ,$$

$$\sum \Delta Y_T = \sum \Delta Y_{теор} = +150,27 = +150,27 м .$$

22.Түзетілген өсімшелер және бастапқы нүктенің координаталары (біздің мысалда 3-ші нүкте) бойынша жүйелі түрде диагональ жүрістің барлық ұштарының координаталарын есептеп шығарады:

$$X_8 = X_3 + \Delta X_{T.3-8} = 416,59 + 67,98 = +484,57 м ,$$

$$Y_8 = Y_3 + \Delta Y_{T.3-8} = 270,89 + 39,39 = +310,28 м ,$$

$$X_7 = X_8 + \Delta X_{T.8-7} = 484,57 + 45,28 = +529,85 м ,$$

$$Y_7 = Y_8 + \Delta Y_{T.8-7} = 310,28 + 63,15 = +373,43 м ,$$

$$X_6 = X_7 + \Delta X_{T.7-6} = 529,85 + 79,69 = +609,54 м ,$$

$$Y_6 = Y_7 + \Delta Y_{T.7-6} = 373,43 + 47,73 = +421,16 м .$$

Есептеп шығарылған координаталарды 19-кестенің 19-және 21-графаларына жазады. Координаталарды есептеп шығарудың дұрыстығын тексеру диагональ жүріс жалғасқан соңғы нүктенің координаталарын табу болып саналады (біздің мысалда 6-шы нүкте).

6.5. Теодолиттік түсірістің материалдарын графикалық өңдеу

Теодолиттік түсірістің материалдарын графикалық түрде өңдеудің мақсаты жергілікті жердің контурлық планын алу болып табылады. Материалдарды өңдеу барысында координаталар торын құру және оның негізіне теодолиттік жүрістің нүктелерін координаталары бойынша салу, түсірістің абристері бойынша жергілікті жердің контурлары мен жай-жапсарларын планға салу және планды безендіру кіреді.

Барлық салуларды сызба қағазында орындайды, оның өлшемін планның берілген масштабы және теодолиттік жүрістің нүктелерінің координаталарының мәндері бойынша оңай анықтауға болады.

Циркуль өлшеуіштің және масштабтық сызғыштың көмегімен координаталар торын немесе диагональдар бойынша тікбұрыштарды құру

Кішкентай көлемдегі пландарды құру кезінде координаталар торын құруды циркуль-өлшеуіштің және масштабтық сызғыштың көмегімен орындайды. 297x420 мм (А-3) форматты сызба қағазға екі қиылысатын сызықтарды (диагональдарды) металл сызғыштың көмегімен сызады және осы сызықтардың қиылысқан О нүктесінен тендей кесінділерді $OA = OC = OD = OB$ белгілейді (53-сурет). Кесінділердің шеттерін түзу сызықтармен қосып АСДВ тікбұрышын алады. Тікбұрыштың қабырғаларындағы А және В нүктелерінен масштабтық сызғыш бойынша циркуль-өлшеуішпен Х өсінің бағыты бойынша 100 мм сайын кесінділерді белгілейді, ал А және С нүктелерінен У өсінің бағыты бойынша 100 мм сайын кесінділерді белгілейді. Тікбұрыштың қарама-қарсы қабырғаларындағы нүктелерді қосып координаталар торын алады. Құруларды тексеру циркуль-өлшеуіштің көмегімен квадраттар қабырғаларының диагональдарының ұзындықтарын салыстыру арқылы орындалады. Ұзындықтардағы үйлеспеушілік 0,2мм-ден аспауы тиіс.

Координаталар торын Ф.В.Дробышев сызғышының ЛД-1 көмегімен құру

Үлкен көлемдегі жоспарларды құру кезінде координаталар торын құруды координатографтың немесе Ф.В.Дробышев сызғышының көмегімен ЛД-1 орындайды.

Дробышев сызғышымен координаталар торын салу қағаз бетіне 50x50 см квадратын, немесе қабырғалары 30,40 және 50 см, не тиісінше 60,80 және 100 см үшбұрышты көшіріп түсіруден тұрады, мұның өзі Дробышев сызғышының өлшеміне байланысты болады.

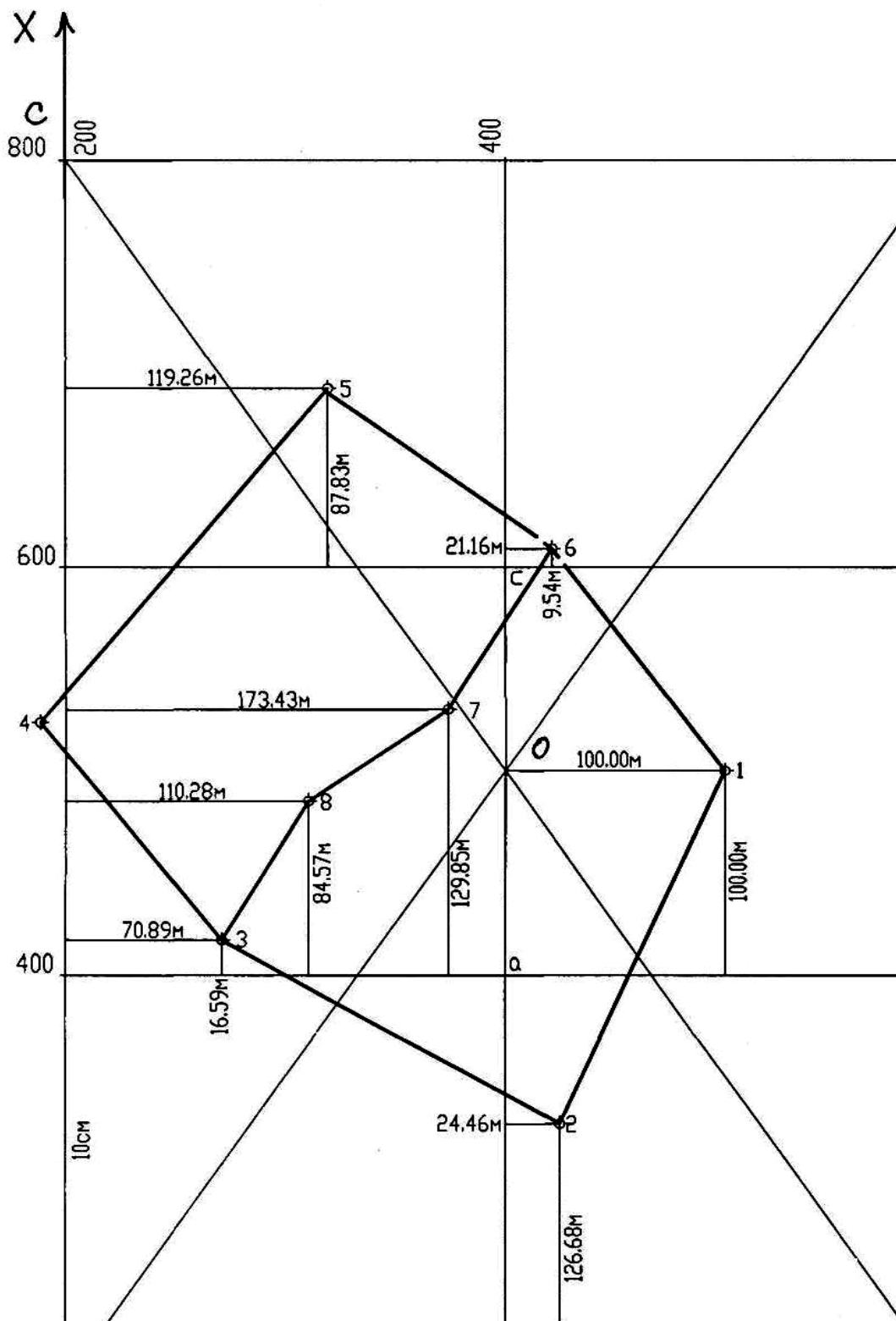
Қабырғасы 10см квадраттарға бөлінетін ABCD төртбұрышын салу үшін Дробышев сызғышын (54-сурет) қағаз бетіне оны ұзын қабырғасына параллель етіп, АД жағдайына қойып, ұшы өткір қатты қарындашпен сызғыштың ойықтарында А, 1,2,3,4 және Д сызықтары (доғаларын) сызады. Содан кейін сызғышты АВ бойымен (бірінші АД жағдайына перпендикуляр) қояды, осы кезде бірінші ойықтағы кесілген шетінің ортасындағы штрихтың шеті А доғасының ортасымен сәйкестендіріліп, сызғыштың ойықтарында А, I, II, III, IV, В сызықтарын сызады. Енді сызғышты ВД бойымен қойып, В сызықшасы мен бірінші ойықтың нөл штрихын сәйкестендіреді, ал бесінші ойықтың кесілген қырын Д сызықшасымен беттестіріп, бұл жағдайда қарындашпен В және Д доғаларын сызады, осының нәтижесінде А нүктесінде тікбұрышты АВД үшбұрышы табылады.

ABCD төртбұрышын табу үшін С нүктесінде тікбұрышты ВСД үшбұрышын салады. Ол үшін сызғышты қағаз бетінің басқа ұзын қабырғасына параллель етіп қойып, бірінші ойықтың кесілген қыры В нүктесімен сәйкестендірілуі тиіс, содан кейін В, 1', 2', 3', 4', С сызықшаларын сызады. Енді сызғышты бірінші ойықтың кесілген шетінің штрихы Д нүктесіндегі сызықшамен сәйкес келетіндей етіп төртінші ДС бойымен қояды да, Д, I, II, III, IV, С сызықшаларын сызады. Дәл осылай екінші ВСД үшбұрышы салынады.

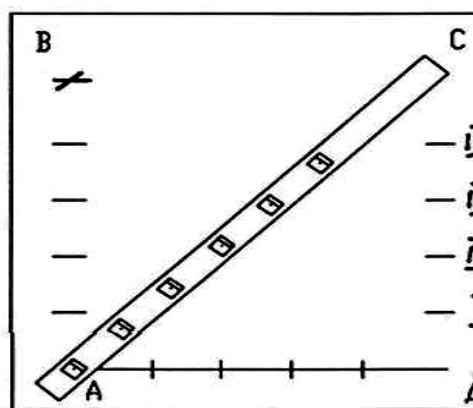
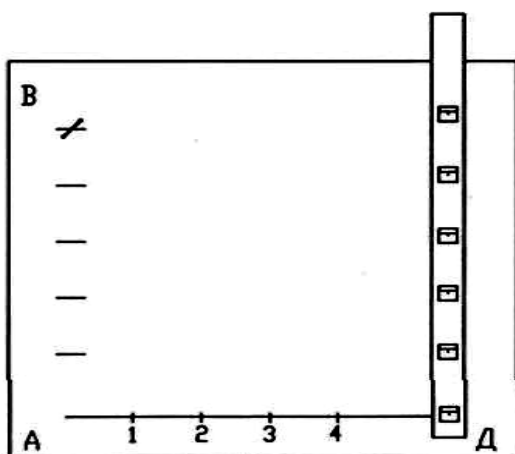
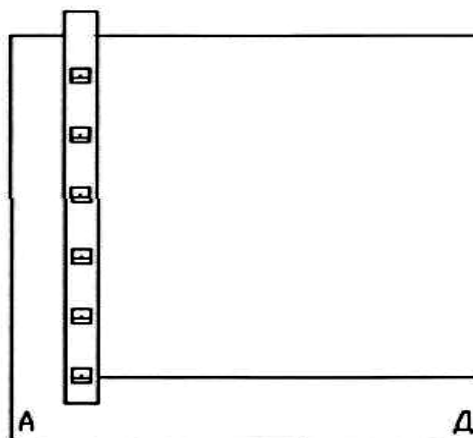
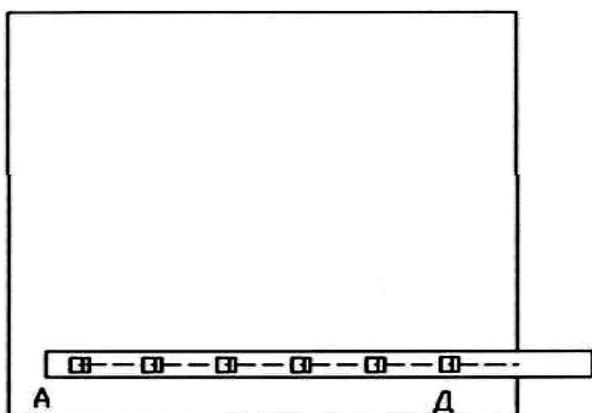
Үшбұрышты салуды тексеру үшін сызғыштың бірінші ойығындағы штрихтың шетін А нүктесіндегі сызықшамен сәйкестендіргенде, бесінші ойықтағы штрихтың шеті С нүктесіндегі штрихтердің қиылысуымен тура келуі тиіс. Демек, А, В, С және Д нүктелерінің әрқайсысындағы сызғышты үш рет қайта салып белгіленгендегі барлық үш сызықшалар бір нүктеде қиылысатын болса, онда ABCD төртбұрышының дұрыс салынғаны. Осыдан кейін Дробышев сызғышының ЛД-1 кесілген шетін В және С, А және Д, А және В, Д және С аттас нүктелеріне тақап ұстап сызықтарды жүргізеді. Осы сызықтардың белгіленген сызықшаларымен қиылысқан жерлері қабырғасы 100мм квадраттың ұшының орындары болады. Салынған квадраттарды тексеру үшін диагональдарының ұзындықтарын өлшеу керек: олар бір-бірімен тең болуға тиіс.

Теодолиттік жүрістің нүктелерін планға салу

Теодолиттік жүрістің нүктелерін планға, олардың координаталары бойынша циркуль-өлшеуіштің және масштабтық сызғыштың көмегімен салады (17, 19-кестелер).



53-сурет. Диагональдардың көмегімен координаталар торын
құру схемасы



54-сурет. Дробышев сызғышының (ЛД-1) көмегімен
координаталар торын құру этаптары

Тек учаске түсірісі сызба қағазының ортасына орналассын десек, онда лайықты түрде абсциссаларды координаталар торының оң және сол жағынан, ал ординаталарды жоғарғы және төменгі жағынан жазу қажет. $X_{\min} = 326,68$ м мәні бойынша қарасақ, онда координаталар торының сызықтарының координаталарын абсцисса өсі бойынша 200м-ден оңтүстіктен бастап солтүстікке қарай жазған тиімді, ал $Y_{\min} = 270,89$ м мәні бойынша қарасақ, онда ордината өсі бойынша 200м-ден бастап, батыстан шығысқа қарай жазу қажет. Одан әрі координаталар торының сызықтарының координаталарын X және Y өстері бойынша 1:2000 масштабта 200м-ден кейін жазады.

Ескерту. Егер X және Y өстерінің координаталарының мәндері теріс (минус) болған жағдайда, онда абсцисса өсі бойынша солтүстіктен оңтүстікке қарай, ал ордината өсі бойынша шығыстан батысқа қарай жазады.

Жүрістің бірінші нүктесін координаталарымен $X_1 = 500,00$ м және $Y_1 = 500,00$ м жоспарға түсіру үшін, осы нүкте орналасқан квадратты табады. Нүктенің абсциссасы $400 < X < 600$ аралығына, ал ординатасы $400 < Y < 600$ аралығына түсетін болса, онда бірінші нүкте $acdb$ координатында болуға тиісті (58-сурет).

Тек осы нүктені жоспарға түсіру үшін, циркуль-өлшеуіштің көмегімен панның масштабы бойынша a нүктесінен c нүктесіне дейінгі бағыты бойынша $\Delta x = X_1 - X_{400} = 500 - 400 = 100$ м немесе $am = 100$ м кесіндісін салады. Осы am кесіндіні алу үшін масштабтық сызғышты қолданады. Осыған ұқсас етіп bn кесіндіні салуды квадраттың bd қабырғасында орындағаннан кейін алынған mn нүктелерін жіңішке сызықпен сызып қосады. Одан әрі m нүктесінен n нүктесіне дейінгі бағыты бойынша $\Delta Y = Y_1 - Y_{400} = 500 - 400 = 100$ м немесе $m1 = 100$ м кесіндісін салғаннан кейін, бірінші нүктенің орнын анықтайды.

Жүрістің екінші нүктесін координаталарымен $X_2 = 326,68$ м және $Y_2 = 424,46$ планға түсіру үшін $X = 200$ м координата сызығынан бастап $\Delta X = X_2 - X_{200} = 326,68 - 200 = 126,68$ м кесіндісін салады, ал $Y = 400$ м координата сызығынан бастап $\Delta Y = Y_2 - Y_{400} = 424,46 - 400 = 24,46$ м кесіндісін салғаннан кейін екінші нүктенің орнын анықтайды.

Теодолиттік жүрістің қалған нүктелерін планға бірінші және екінші нүктелерге ұқсас етіп түсіреді. Әрбір нүктені циркуль-өлшеуіштің инесімен шаншып, диаметрі 1,5мм дөңгелекпен айналдыра сызғаннан кейін

нүктелердің аттарын немесе нөмірлерін (1,2,3,4,5,6) жазады. Нөмірлерді жоспарға түсірудің дұрыстығын тексеру олардың арасындағы қашықтықты өлшеп салыстыру арқылы жүргізіледі. План масштабында циркуль-өлшеуішпен масштаб сызғышын қолдана отырып, анықталған ара қашықтықтың оған сәйкес горизонталь ұзындықтың арасындағы болатын алшақтық 0,2мм-ден аспауы тиіс. Теодолиттік түсірістегі жүрістің барлық нүктелерін планға түсіргеннен кейін егжей-тегжейлі толықтыруға кіріседі.

Жергілікті жердің контурлары мен жай-жапсарларын планға салу

Жергілікті жердің контурлары мен жай-жапсарлары көрсетілген және сонымен қатар өлшеу нәтижелері келтірілген теодолиттік немесе горизонталь түсірістің абристері бойынша (56,а,б,в,г,д-сурет) планға салу орындалады. Планадағы контурларды және жай-жапсарларды салу тәсілі, жергілікті жерде оларды түсіру тәсіліне сәйкес келеді.

Контурларды және жай-жапсарларды салу үшін транспортир, циркуль-өлшеуіш және масштабтық сызғышты қолданады.

Перпендикуляр тәсілімен контурлар мен жай-жапсарларды салу кезінде қағазда салынған тірек сызығының басынан бастап, абристе көрсетілген ара қашықтықтарды перпендикулярдың негіздеріне дейін салады. Ара қашықтықтарды салғаннан соң тікбұрышты үшбұрыш сызғышты қолданып перпендикулярларды құрады. Перпендикулярларда олардың ұзындықтарын салады. Перпендикулярлардың ұштарын қосып жергілікті жердің контурлары мен жай-жапсарларының кескінін алады.

Полярлық тәсілмен түсірілген нүктелерді жоспарға салу үшін, транспортирдің центрін полюс ретінде қабылданған жүрістің төбесімен беттестіреді, ал транспортирдің нөлін теодолиттік жүрістің алдыңғы төбесінің бағытына беттестіріп қояды. Транспортирдің доғасы бойынша жергілікті жердегі нүктелерге нысаналау кезінде, теодолитпен өлшенген бұрыштарды салады.

Транспортирді алып, салынған нүктелерге дейінгі сызықтарды сызады. Сызылған бағыттарға абристе көрсетілген ара қашықтықтарды салады. Осылай салынған нүктелерді қосып контурдың және жай-жапсардың пландық орнын алады.

Бұрыштарды транспортирмен салуда оның ең кіші бөлігінің $7,5'$, $\frac{1}{4}$ дәлдікпен орындайды.

Жергілікті жердің нүктелерін бұрыштық қиылыстыру тәсілімен салуды транспортирдің көмегімен орындайды, ол үшін тірек қабырғаларының төбелерінде бұрыштарды салады, олардың мәндері

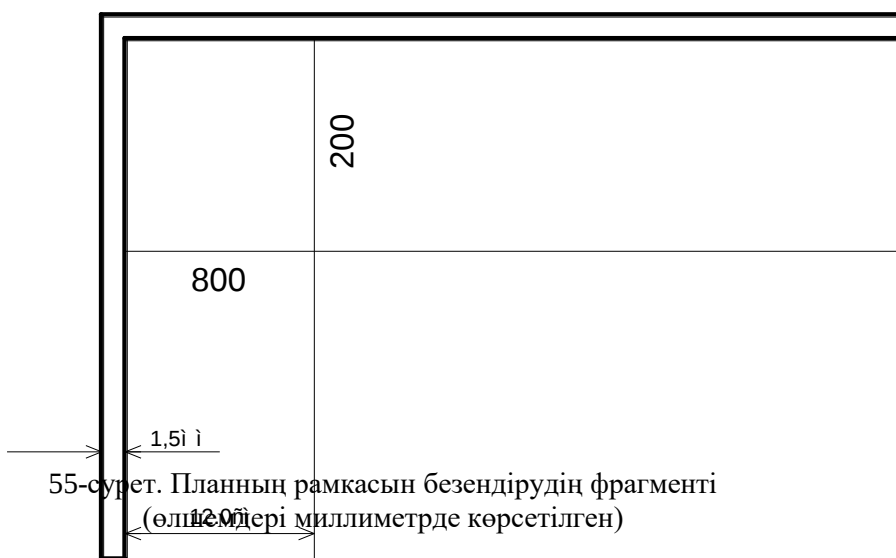
абристе көрсетілген. Салынған бұрыштардың қабырғаларының қиылысқан жері ізделініп отырған нүктенің орнын береді.

Ұзындық қиылыстыру тәсілімен нүктелерді салу, циркуль-өлшеуіштің көмегімен орындалады. Есептің шешімі үш қабырғасы бойынша үшбұрышты салу болып табылады, олардың ұзындықтары жергілікті жерде өлшенген.

Жергілікті жердің контурлары мен жай-жапсарларын салу кезінде, барлық қосымша салуларды жіңішке сызықтармен орындайды. Абристе келтірілген бұрыштар мен ара қашықтықтардың мәндерін планға түсірмейді.

Планды безендіру

Планды безендіруді рамкасын салудан бастайды. Рамканың фрагменті 55-суретте көрсетілген. Теодолиттік түсірістің планы рамканың дәл ортасына орналасуы қажет.



Жергілікті жердің контурлары мен жай-жапсарларын салудың дұрыстығын тексергеннен кейін, план безендіріледі. Планға көлемдері мен кескіндерін сақтай отырып шартты белгілерді қарындашпен түсіреді, содан кейін қарындашпен толық безендірілген планды «Шартты белгілердің» талаптарын сақтай отырып тушыпен айналдыра жиектейді.

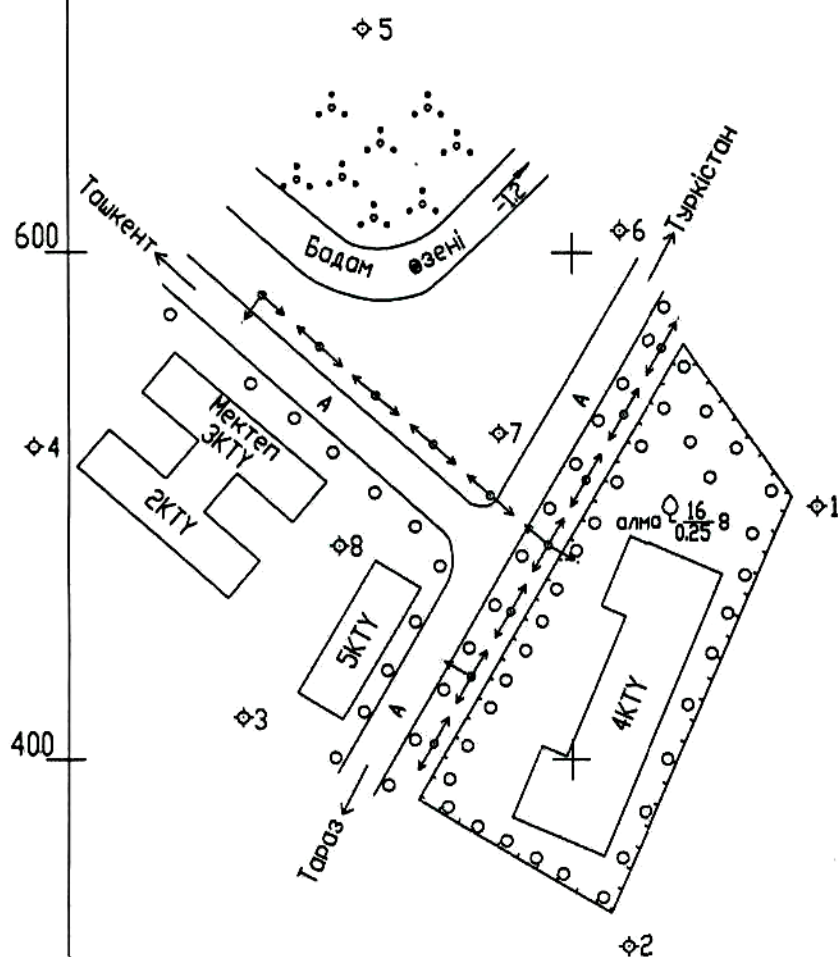
Квадраттар торын толығымен сызбайды, тек олардың төбелерін 6х6мм крестиктермен белгілейді.

56-суретте теодолиттік түсірістің толық безендірілген планы көрсетілген.

Теодолиттік түсірістің планы

800 200

400



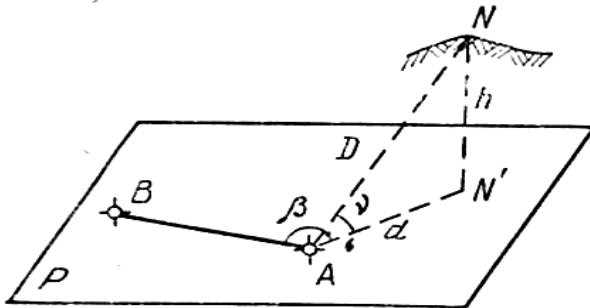
56- сурет. Теодолиттік түсірістің толық безендірілген планы
**6.6. Тахеометриялық түсірісті жүргізу және нәтижелерін
 камералдық өңдеу**
Тахеометриялық түсірісті мәні

Жұмыстың мақсаты: Жергілікті жерде тахеометриялық түсірісті жүргізіп, оның нәтижелерін камералдық өңдеу.

Керекті құралдар: Тахеометр, түсірістің журналы, тахеометриялық кестелер, инженерлік калькулятор, тахеограф.

Жұмыстың мазмұны және орындалу реті.

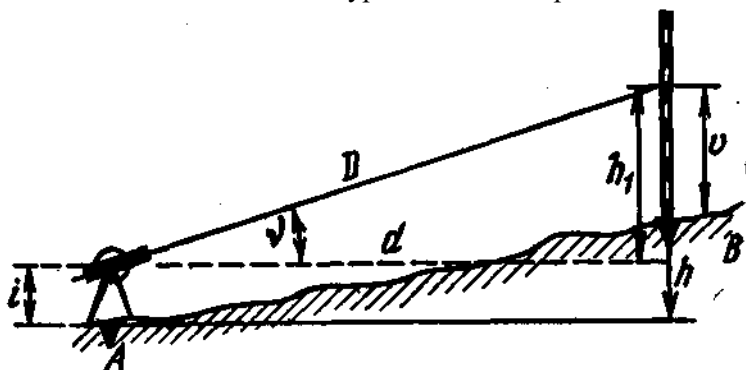
Тахеометриялық түсіруде түсірілетін нүктеде тұрған рейканы аспаптың дүрбісімен бір рет нысаналау арқылы осы нүктенің координаталарын, яғни бағытын, арақашықтығын және биікайырымын анықтайды. Жергілікті жердегі нүктенің пландық және биіктік орнын бір мезгілде анықтау 57–суретте көрсетілген. Теодолитті жергілікті жерде А нүктесіне орнатады да белгілі тірек пунктіне В бағдарлайды. Сонан соң пландық-биіктік орны анықталатын түсірілетін N нүктесін көздейді де ылдильық бұрышты ν , ылдильық арақашықтықты d және бастапқы бағыт пен N нүктесі арасындағы горизонталь бұрышты β өлшейді. Осы өлшеулер нәтижесінде түсірілетін N нүктесінің кеңістіктік полярлық координаталары, яғни пландық-биіктік орнын анықтауға мүмкіндік береді. Демек, тахеометриялық түсірістің мәні аспаптың нысаналау өсінің бір жағдайында вертикаль бұрышты ν , горизонталь бұрышты β және рейкадан қашықтық өлшеуіш жіптерінің аралығындағы бөліктер санын есептеуден тұрады; осы мәліметтер арқылы нүктенің кеңістіктегі координаталарын есептеп шығарады.



57-сурет. Тахеометриялық түсірістің мәні

Тахеометриялық түсірісте жергілікті жердің топографиялық планы түсірілетін нүктелердің барлық үш координаталарын есептеп шығаруға мүмкіндік беретін мәліметтерді жинайтын далалық жұмыстар мен планды сызу және есептеп шығарулардан тұратын ғылыми өңдеу жұмыстары нәтижесінде жасалынады. Тахеометриялық түсіруді тахеометрлермен немесе теодолиттермен атқарады.

Тахеометриялық түсірісте нүктенің орны полярлық тәсілмен, ал биіктік орны тригонометриялық нивелирлеу әдісімен анықталады. В нүктесінің А нүктесімен салыстырғандағы биікайырымын h анықтау керек болсын делік (58-сурет). Ол үшін А нүктесіне теодолитті орнатады да, ал В нүктесіне рейканы қояды. Аспаптың биіктігін i рулеткамен және сызықтың ұзындығын АВ лентамен немесе қашықтық өлшеуішпен өлшейді. Теодолиттің вертикаль дөңгелегінің көмегімен дүрбінің нысаналау өсін рейканың қандай да бір нүктесіне бағыттағандағы көлбеулік бұрышын анықтайды. Осы нүктеден рейканың тақасына дейінгі қашықтық v нысаналау биіктігі v деп аталады. 73-суреттен биікайырым



58-сурет. Тригонометриялық нивелирлеу

$$h = h_1 + i - v.$$

Бірақ

$$h_1 = dtg v.$$

Ендеше

$$h = dtg v + i - v.$$

Егер рейкаға аспаптың биіктігін i белгілеп, осы нүктені дүрбімен нысаналаса, яғни $i = v$ тең деп алынса, онда биікайырымды бұлай анықтауға болады

$$h = dtgv.$$

Есептеп шығарылатын биікайырымды 0,01 м-ге дейінгі дәлдікпен дөңгелектейді. Егер $AB=D$ ара қашықтығын рулеткамен немесе горизонталь рейка арқылы қашықтық өлшеуішпен өлшейтін болсақ, онда $d=D\cos v$ тең болады да биікайырымды мына формуладан анықтайды

$$h=D\sin v..$$

Егер нүктелердің арақашықтығын вертикаль рейкадан қылжіпті қашықтық өлшеуішпен өлшейтін болсақ, онда биікайырымды мына формуламен анықтауға болады

$$h=D/2\sin 2v.$$

мұндағы h — қашықтық өлшеуіш коэффициенті; L — қашықтық өлшеуіш жіптерінің сантиметрлік аралық бөліктерінің саны; D' —қашықтық өлшеуішпен өлшенген арақашықтық. (142) және (143) формулалар тахеометриялық деп аталады.

Егер A нүктесінің биіктік белгісі мәлім болса, онда B нүктесінің биіктік белгісін мына формуламен анықтауға болады

$$H_B = H_A + h.$$

Сызықтың. вертикаль ұзындығы 400 м-ден артық ара қашықтықағы биіктік белгілерді анықтағанда биікайырымның өлшенген мәніне, жердің қисықтығына және нысаналау сәулесінің атмосфераның жерге жақын қабаты арқылы өткендегі вертикаль рефракциясына түзетулер енгізіледі.

Тахеометриялық түсірісті жүргізу

Түсірудің алдында әр станцияда тексерілген аспапты алдымен центрлейді, горизонтальдайды, вертикаль дөңгелектің нөл немесе зенит орнын анықтайды. Содан соң түсіргі негіздеуінің әрбір нүктесінде жұмысты мынадай жүйелілікпен орындайды :

- түсіргі нүктесінде теодолитті немесе тахеометрді орнатады да, оны центрлейді,көтеру винттерінің көмегімен деңгейлеуіш бойынша жұмыс жағдайына келтіреді және түсіргі нүктесінен аспаптың биіктігін рейкамен өлшейді де ол жерді белгілейді;
- аспапты бағдарлайды, яғни лимбаның нөлін бастапқы бағытқа (әдетте түсіргі негіздеуінің бұрынғы нүктесіне) қаратады, ол үшін лимба мен алидаданың нөлдерін беттестіреді, сонда горизонталь дөңгелекте $0^{\circ}00'$ болады, сонан соң алидаданы бекітеді;

- лимбаның бекіту винтін босатып түсіру негіздеуінің бұрынғы нүктессіндегі орнатылған қаданың төменгі жағын дүрбімен көздейді де лимбаны бекітіп алидаданы босатады

- рейка қойылған түсірілетін пикеттік нүктелерді жүйелі түрде дүрбіні рейкаға тордың вертикаль жібі рейканың өсімен, ал горизонталь жіпті рейкадағы аспаптың биіктігіне сәйкес белгімен беттесетіндей етіп нысаналайды. Қылжіпті қашықтық өлшеуіштен, горизонталь және вертикаль дөңгелектерден есептеулер алып, оларды арнаулы журналға (11-кесте) жазады.

Арақашықтықты анықтағанда қылжіпті қашықтық өлшеуіш бойынша рейкадан есептеулер мына тәсілдердің біреуімен жасалынуы мүмкін:

- жіп торларының орта штрихы аспаптың биіктігіне i тең есептеуге көзделгенде бір мезгілде ылдильық бұрышты өлшейді де, қылжіпті қашықтық өлшеуіштің жоғарғы a және төменгі b штрихтарынан есептеулер алады;

- қылжіпті қашықтық өлшеуіштің төменгі штрихын бүтін метрге жақын есептеуге жылжытып a және b есептеулерін алады да, вертикаль дөңгелектен есептеуді алу үшін жіп торларының орта штрихын бастапқы орнына келтіреді.

Екі жағдайда да арақашықтықты үлкен есептеуден аз есептеуді алып тастау жолымен, сонан соң алынған нәтижені қылжіпті қашықтық өлшеуіш коэффициентіне C көбейтумен табады

$$L = (a - b) C.$$

Арақашықтықты қылжіпті қашықтық өлшеуішпен анықтаудың екінші тәсілі барлық жағдайда да жақсырақ болады, өйткені қашықтық өлшеуіштің жоғарғы штрихынан бір ғана есептеуді алу қажет болады да, бүтін метр мәні үлкен есептеуден алынып тасталады. Осылайша есептеулер айырымын анықтаудың арифметикалық операциясы жойылып түсіру процесі жеделденеді.

Кейбір жағдайда қылжіпті қашықтық өлшеуіштің бір штрихына түсетін рейканың бөлігі көрінбегенде арақашықтықты орта және қашықтық өлшеуіштері екінші штрихы бойынша есептеулер айырымын екі есе көбейтіп анықтауға рұқсат етіледі.

Ылдилық бұрышты өлшегенде вертикаль дөңгелекте компенсатор болмаса есептеуді алар алдында вертикаль дөңгелектің деңгейлеуіш үлбіреуігі ортаға келтіріледі (теодолит Т15). Егер вертикаль дөңгелекте деңгейлеуіш болмаған жағдайда (2Т30, 2Т30П, 4Т30П, 4Т15П теодолиттері) горизонталь дөңгелектің деңгейлеуіш үлбіреуігі ноль-пунктке көтеру винттерін біреуімен келтіріледі.

Тахеометриялық түсірістің нәтижелерін камералдық өңдеу

1. Станцияда вертикаль дөңгелектің зенит орнын (MZ) анықтайды

$$MZ = \frac{KP + KЛ - 360^\circ}{2},$$

КП – теодолиттің вертикаль дөңгелегінен ол аспатың оң жағында тұрғанда алынған есеп, КЛ - теодолиттің вертикаль дөңгелегінен ол аспатың сол жағында тұрғанда алынған есеп.

2. Аспап тұрған станциядан түсірілетін пикеттерге дейінгі көлбеулік бұрышы ν анықталады

$$\nu = 90 - MZ.$$

3. Аспаптан алынған есептерді пайдаланып, станциядан түсірілген пикетке дейінгі горизонталь қашықтықты және олардың биікайырымын анықтайды

$$d = D \cdot \cos^2 \nu ;$$

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu ,$$

D – жіптік ұзындық өлшегімен анықталған қашықтық.

Анықталған мәндер тахеометриялық журналдың 6 және 7 графаларына жазылады (20- кесте).

Тахеометриялық түсірістің журналы

20–кесте

Рейка-дан алынған есептер	Гори- зонталь дөңге- лектен алынған есептер	Верти- каль дөңге- лектен алынған есептер	Көл- беулік бұрышта ры, ν	Гори- зонталь қашық- тық, d	Биікай- ырым- дары, h	Биікті- тер, H_n
2	3	4	5	6	7	8
91,4	43°10'	358°21'	-1°38'	91,4	-2,59	847,4
117,4	79°50'	358°11'	-1°48'	117,4	-3,67	846,3
72,0	90°25'	357°36'	-2°23'	71,9	-2,99	847,0
57,5	132°10'	356°34'	-3°25'	57,4	-3,39	846,6
58,4	208°05'	356°20'	-3°39'	58,2	-3,68	846,3
85,5	266°30'	357°19'	-2°40'	85,4	-3,95	846,0

120,0	310°00'	356°34'	-3°25'	119,8	-7,14	842,8
91,2	334°30'	356°06'	-3°53'	90,9	-6,15	843,8

$MZ = 0^\circ 02'$ $H_i = 850,0$

4. Пикеттердің абсолют биіктіктері анықталады

$$H_n = H_{cm} + h$$

H_{cm} - аспап тұрған станцияның абсолют биіктігі.

Тахеометриялық түсірістің планын дайындау

Есептеп шығару жұмыстары аяқталғаннан кейін түсірістің топографиялық планын жасауға кіріседі. Тахеометриялық түсірудің планын жасау жұмысы жалпыдан жекеге көшу принципін сақтай отырып жүргізіледі. Алдымен координаталық торды салады, мұнда теодолиттік түсірудегі ережені сақтайды. Содан соң планға тірек пункттерін, одан әрі түсіргі негіздеуінің нүктелерін түсіреді. Одан кейін түсіргі жүрістері мен ситуация нүктелерін салады. Ситуациялық нүктелер планға дала журналының және абристің (60-сурет) мәліметтері бойынша түсіріледі. Тахеометриялық түсірудегі полярлық әдіспен түсірілген нүктелерді планға тахеографтың (59-сурет) көмегімен салу қолайлы. Мөлдір пластмасса винипроздан жасап шығарылған бұл аспап градустық бөліктерге (ең кішкене бөлігі 15'-ке тең) бөлінген дөңгелек болып табылады. Дөңгелектің нөлдік диаметрі арқылы сызғыш өтеді, оған тиісті масштабта ең аз бөлігі 0,5 мм арақашықтық шамасы салынған. Осы шкаланы пайдалану қолайлы болу үшін тахеографта тесік ойылған. Дөңгелектің ортасында органикалық шыныдан төлке бекітілген, ол арқылы ланның тиісті нүктесінің үстінде тахеографты центрлеуге арналған ине өтеді. Планға нүктені түсіру үшін тахеографты инеде осы станциядағы нөл бағытына қабылданған сәйкес есептеумен беттескенше бұрады, содан кейін шкаламен станциядан түсірілетін нүктеге дейінгі арақашықтықты салады.

Тахеометриялық түсірістің планы мынадай тәртіппен құрылады.

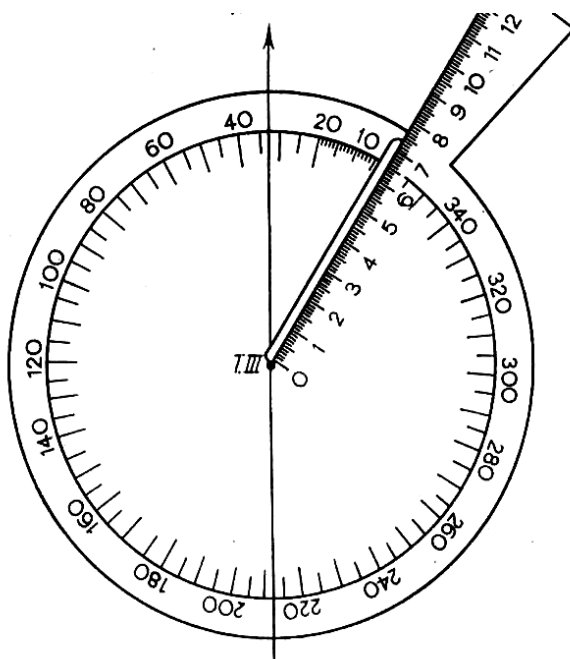
1. Аумағы 20x30 см қағазға масштабты 1:1000 координаталар торын құрады да, оған пункттерді салады.

2. Транспортирдің немесе тахеографтың (60-сурет) және көлденең масштабтың көмегімен әр пунктті негіз етіп, қастарына абсолют биіктіктерін жазып, планға пикеттік нүктелерді қондырады.

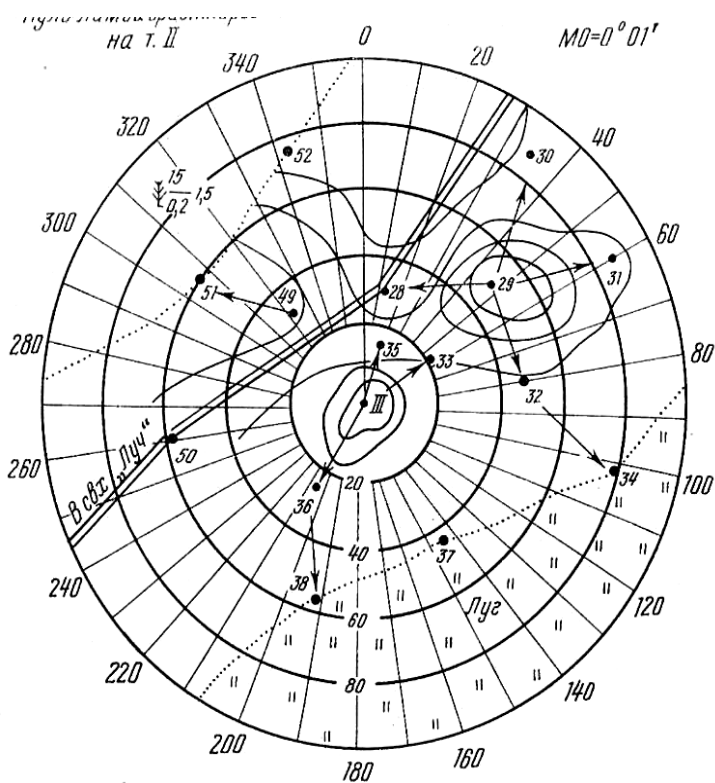
3. Абристі пайдаланып, шартты белгілерімен, планға жергілікті жердегі заттардың контурларын белгілейді.

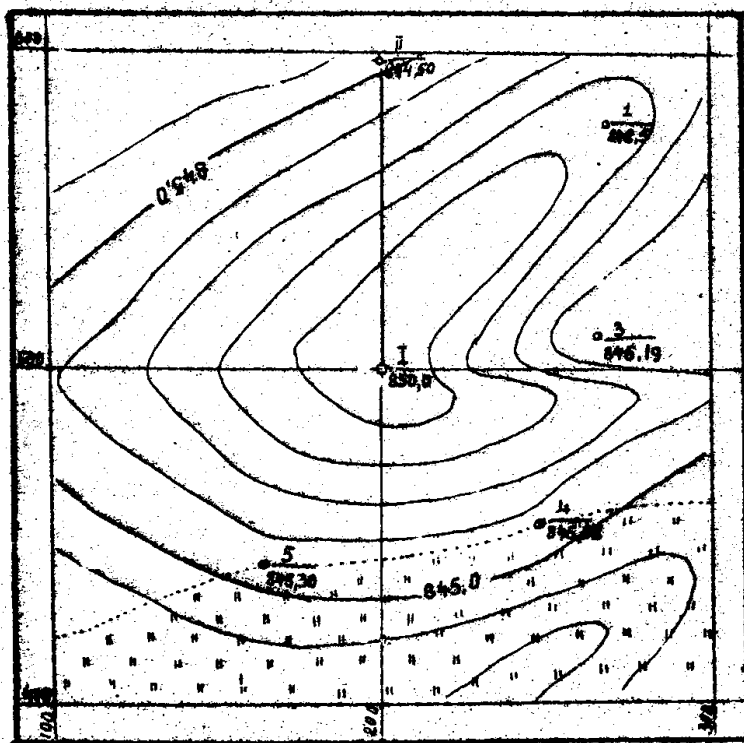
4. Жер бедері қимасы 1 м горизонтальдармен бедерді кескіндейді.

5. Топографиялық план (61-сурет) тушпен сызылып шартты белгілермен безендіріледі.



59-сурет. Тахеограф





61-сурет. Тахеометриялық түсірістің планы

6.7. Өнеркәсіп алаңын нивелирлеу нәтижелері бойынша топографиялық планды құру.

Тапсырманың мақсаты:

- өнеркәсіп алаңының бетін нивелирлеу нәтижелері бойынша топографиялық планды құру әдістемесін оқып білу

Керекті құралдар: «1:500÷1:5000 масштабтардағы топографиялық пландар үшін шартты белгілері», жердің бетін нивелирлеудің арнайы журналы, 30см-лік металл сызғыш, А3 форматтағы бір парақ қағаз (ватман), сызу құралдары және түрлі түсті тушьтар.

Жергілікті жердің ашық учаскелерінің 1:500, 1:1000 және 1:2000 масштабтардағы пландарын жасау үшін, жердің бетін нивелирлеуді қолданады.

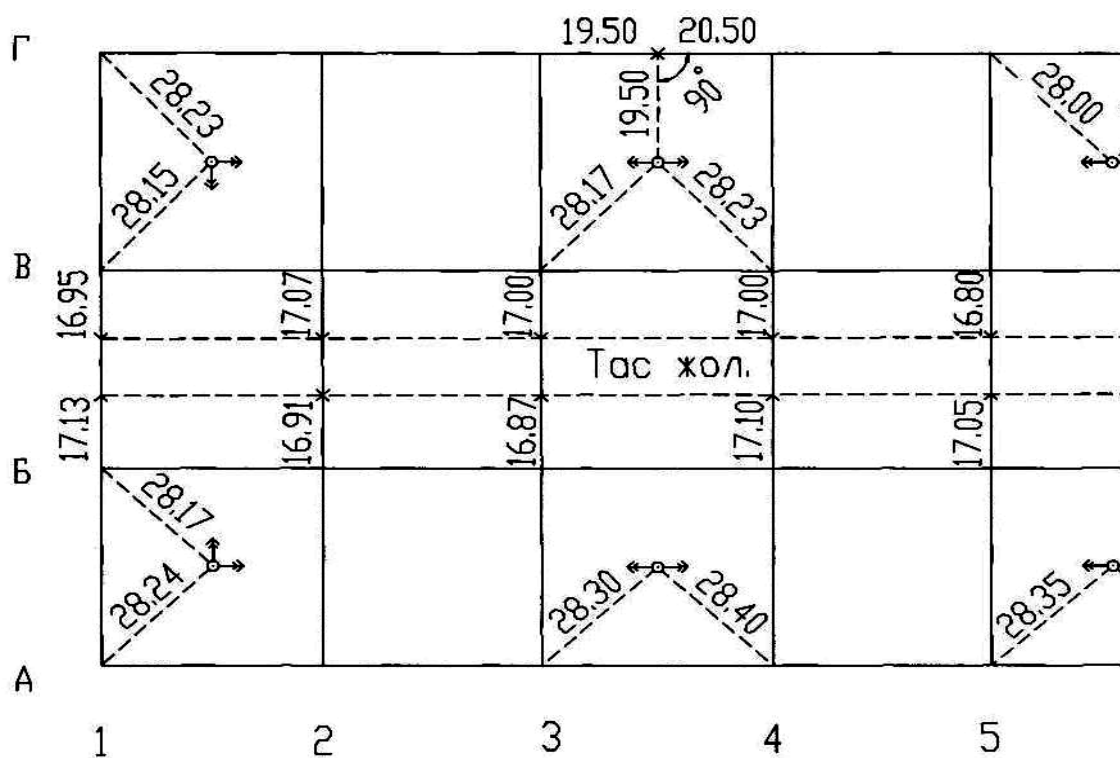
Нивелирлеу үшін жергілікті жерде квадраттар торын бөледі және олардың төбелерін бекітеді. Көбінесе қабырғалары 20 және 40м квадраттарды жиі қолданады.

Квадраттарды бөлумен қатар бір уақытта тордың қабырғаларынан перпендикуляр (жармалар) және сызықтық қиылыстыру тәсілдерімен жергілікті жердің контуры мен жай-жапсарының түсірісін орындайды. Түсіріс кезінде абристі жүргізеді (62-сурет), онда квадраттар торын, олардың белгілерін, жергілікті жердің контуры мен жай-жапсарының элементтерін және олардың квадраттардың төбелеріне және тордың қабырғаларына байланыстыруын көрсетеді.

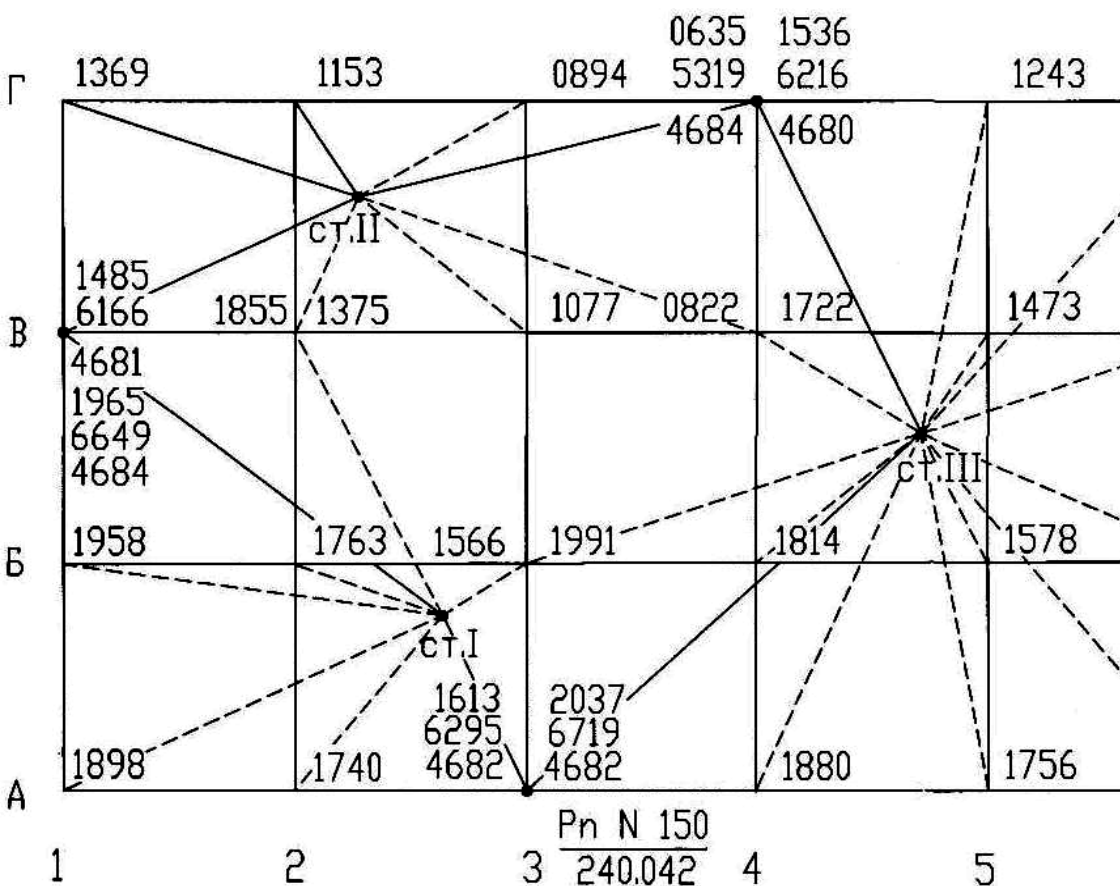
Түсіріс учаскесі бойынша нивелирлеу кезінде, квадраттар төбелеріндегі аралық нүктелермен нивелирлік жүрісті жүргізеді. Өлшенген нәтижелерді жердің бетін нивелирлеудің арнайы журналына жазады.

1:1000 масштабтағы топографиялық планды (жергілікті жерде бөлінген квадраттар торының қабырғалары-40м, ал кима биіктігі-0,5м) жасау мысалын қарастыралық. Контурлар мен жай-жапсарлардың түсірісінің абрисі 57-суретте, жердің бетін нивелирлеу журналы 63-суретте келтірілген. Тұйықталған нивелирлік жүріс №150 реперінен байланыстыру нүктелері (квадраттар төбелері В1, Г4) арқылы жүргізілген. Нивелирлік жүрістің қабырғалары журналда тұтас сызықпен, ал аралық нүктелерге дейінгі бағыт-пунктирмен көрсетілген. Репердің биіктік белгісі репер нөмірінің астына, рейканың қара және қызыл жағынан алынған санақтар нүктелердің оң жағына жазылған. Бақылау кезінде тексеру үшін алынған санақтардың айырымы есептеліп, 4682 теориялық мәнімен салыстырылған. Жердің бетін нивелирлеу кезінде тәжірибелі бақылаушылар тек қана рейканың қара жағынан санақ алатынын атап өткен жөн.

Байланыстыру нүктелерін нивелирлеу журналын өңдеуді, квадраттар төбелерінің биіктік белгілерін есептеуді және құрылыс алаңының нивелирленген бетінің горизонтальдарымен кескінделген планын жасауды келесі жүйелілікпен орындайды.



62–сурет. Жердің бетін нивелирлеу абрисі



63—сурет. Жердің бетін нивелирлеу журналының үлгісі

Байланыстыру нүктелерін нивелирлеу журналын өңдеу

1. Рейканың қара және қызыл жақтарынан немесе екі жақты рейкадан алынған есептеулер бойынша биікайырымның орташа мәнін есептейміз

$$h_{opt} = \frac{h_k - h_{k-1}}{2}$$

мұндағы h_k -рейканың қара жағы бойынша анықталатын биікайырым;
 h_{k-l} - рейканың қызыл жағы бойынша анықталатын салыстырмалы биіктік.

2. Биікайырымдардың орташа мәндерінің алгебралық қосындысы тұйықталған нивелирлік жүрісте нөлге тең болуы тиіс.

$$\sum h_{opt} = 0$$

Биікайырымдардың орташа мәндерінің алгебра қосындысы іс жүзінде нөлге тең емес. Бұл жағдайда биіктік үйлеспеушілік орын алады.

$$\Delta h = \sum h_{opt}$$

3. Ықтимал шекті биіктік үйлеспеушіліктің шамасын мына формуламен анықтайды:

$$\Delta h_{шекте} \leq \pm 10\sqrt{n} \text{ , мм,}$$

мұндағы: n - нивелирлеу станциялары саны.

4. Егер биіктік үйлеспеушілік болуы ықтимал (шекте) биіктік үйлеспеушіліктен аспаса, онда байланыстыру нүктелерінің арасындағы биікайырымдарға таңбасын теріс етіп тепе-тең үлестіріледі, яғни 1мм-ге дейінгі дәлдікпен әр станцияға таңбасын биіктік үйлеспеушіліктің таңбасына кері етіп түзетулер енгізіледі.

5. №150 репердің биіктік белгісіне тең АЗ нүктесінің биіктік белгісі бойынша В1 және Г4 байланыстыру нүктелерінің биіктік белгілерін есептейді.

Байланыстыру нүктелерін нивелирлеу журналын 21-кестеде көрсетілген.

Байланыстыру нүктелерін нивелирлеу журналы.

Екі жақты рейкалар

21-кесте

Станциялар	нүктелер	Есептеуіштер		Салыстырмалы биіктік		Орташа салыстырмалы биіктік		Нүктелер
		артқы	алдыңғы	+	-	+	-	
I	Рр№150 В1	1613	1965		352		+2	2
		6295	6649		354		353	2
II	В1 Г4	1485	0635	850		+2		2
		6166	5319	847		849		2
III	Г4 Рр№150	1536	2037		501		+2	2
		6216	6719		503		502	2

$$\frac{\sum a - \sum B}{2} = \frac{23311 - 23324}{2} = -6 \text{ мм}, \quad \frac{\sum h}{2} = -6 \text{ мм}, \quad \frac{\sum h_{opt}}{2} = -6 \text{ мм}$$

Квадраттар төбелерінің биіктік белгілерін есептеу

1. Рейканың қара жағынан алынған есептеулер бойынша аспаптың горизонты (АГ) анықтайды

$$AG = Ha + a$$

мұндағы Ha - артқы нүктенің биіктік белгісі,

a - артқы рейканың қара жағынан алынған есептеу.

$$AG_1 = H_{pn150} + a_{pn150}^K = 240,042 + 1,613 = 241,655 \text{ м},$$

$$AG_{II} = H_{\theta 1} + a_{\theta 1}^K = 239,691 + 1,485 = 241,176 \text{ м},$$

$$AG_{III} = H_{\Gamma 4} + a_{\Gamma 4}^K = 240,542 + 1,536 = 242,078 \text{ м}.$$

2. Схемаға жазылған есептеулер бойынша квадрат төбелерінің биіктік белгілерін есептейді (63-суретке қара)

$$Hc = AG - c$$

мұндағы AG – аспаптың горизонты,

c – квадрат төбесіне қойылған рейканың қара жағынан алынған есептеу

Квадрат төбелерінің биіктік белгілерін есептеу.

1 - Станция

$$H_{A1} = AG_1 - c_{A1} = 241,655 - 1,898 = 239,757 \text{ м},$$

$$H_{A2} = AG_1 - c_{A2} = 241,655 - 1,740 = 239,915 \text{ м},$$

$$H_{A3} = H_{pn150} = 240,042 \text{ м},$$

$$H_{\theta 1} = AG_1 - c_{\theta 1} = 241,655 - 1,958 = 239,697 \text{ м},$$

$$H_{\theta 2} = AG_1 - c_{\theta 2} = 241,655 - 1,763 = 239,892 \text{ м}$$

$$H\delta_3 = A\Gamma_1 - c_{\delta 3} = 241,655 - 1,566 = 240,069 \text{ м}$$

$$H\epsilon_1 = 239,691 \text{ м}$$

$$H\epsilon_2 = A\Gamma_1 - c_{\epsilon 2} = 241,655 - 1,855 = 239,600 \text{ м}$$

II - станция

$$H\delta = 239,691 \text{ м},$$

$$H\epsilon_2 = A\Gamma_{II} - c_{\epsilon 2} = 241,176 - 1,375 = 239,801 \text{ м},$$

$$H\epsilon_3 = A\Gamma_{II} - c_{\epsilon 3} = 241,176 - 1,077 = 240,099 \text{ м},$$

$$H\epsilon_4 = A\Gamma_{II} - c_{\epsilon 4} = 241,176 - 0,822 = 240,354 \text{ м},$$

$$H\Gamma_1 = A\Gamma_{II} - c_{\Gamma 1} = 241,176 - 1,369 = 239,807 \text{ м},$$

$$H\Gamma_2 = A\Gamma_{II} - c_{\Gamma 2} = 241,176 - 1,153 = 240,282 \text{ м},$$

$$H\Gamma_3 = A\Gamma_{II} - c_{\Gamma 3} = 241,176 - 0,894 = 240,282 \text{ м},$$

$$H\Gamma_4 = 240,542 \text{ м}.$$

III – станция

$$H_{A3} = H\rho_{II150} = 240,042 \text{ м},$$

$$H_{A4} = A\Gamma_{III} - c_{A4} = 242,078 - 1,880 = 240,198 \text{ м},$$

$$H_{A5} = A\Gamma_{III} - c_{A5} = 242,078 - 1,156 = 240,322 \text{ м},$$

$$H_{A6} = A\Gamma_{III} - c_{A6} = 242,078 - 1,643 = 240,435 \text{ м},$$

$$H_{B3} = A\Gamma_{III} - c_{B3} = 242,078 - 1,991 = 240,087 \text{ м},$$

$$H_{B4} = A\Gamma_{III} - c_{B4} = 242,078 - 1,814 = 240,264 \text{ м},$$

$$H_{B5} = A\Gamma_{III} - c_{B5} = 242,078 - 1,578 = 240,500 \text{ м},$$

$$H_{B6} = A\Gamma_{III} - c_{B6} = 242,078 - 1,523 = 240,555 \text{ м},$$

$$H_{B3} = A\Gamma_{III} - c_{B3} = 242,078 - 1,991 = 240,087 \text{ м},$$

$$H_{B4} = A\Gamma_{III} - c_{B4} = 242,078 - 1,722 = 240,356 \text{ м},$$

$$H_{B5} = A\Gamma_{III} - c_{B5} = 242,078 - 1,473 = 242,605 \text{ м},$$

$$H_{B6} = A\Gamma_{III} - c_{B6} = 242,078 - 1,202 = 240,876 \text{ м},$$

$$H_{Г4}=240,542 \text{ м,}$$

$$H_{Г5}=AГ_{III}-CГ5=242,078 - 1,243=240,835 \text{ м,}$$

$$H_{Г6}=AГ_{III}-CГ6=242,078 - 0,996=241,082 \text{ м,}$$

Есептелген кв.адрат төбелерінің биіктік белгілерін ведомстіге жазады (22 - кесте).

Квадрат төбелерінің биіктік бегілерінің ведомосты

22 кесте

Квадрат төбелері	Биіктік белгілері Н , м .
H_{A1}	239,76
H_{A2}	239,91
H_{A3}	240,04

21 кестенің жалғасы

H_{A4}	240,20
H_{A5}	240,32
H_{A6}	240,43
H_{B1}	239,70
H_{B2}	239,89
H_{B3}	240,09
H_{B4}	240,26
H_{B5}	240,50
H_{B6}	240,55
H_{B1}	239,69
H_{B2}	239,80
H_{B3}	240,10
H_{B4}	240,35
H_{B5}	240,60
H_{B6}	240,88
$H_{Г1}$	239,81

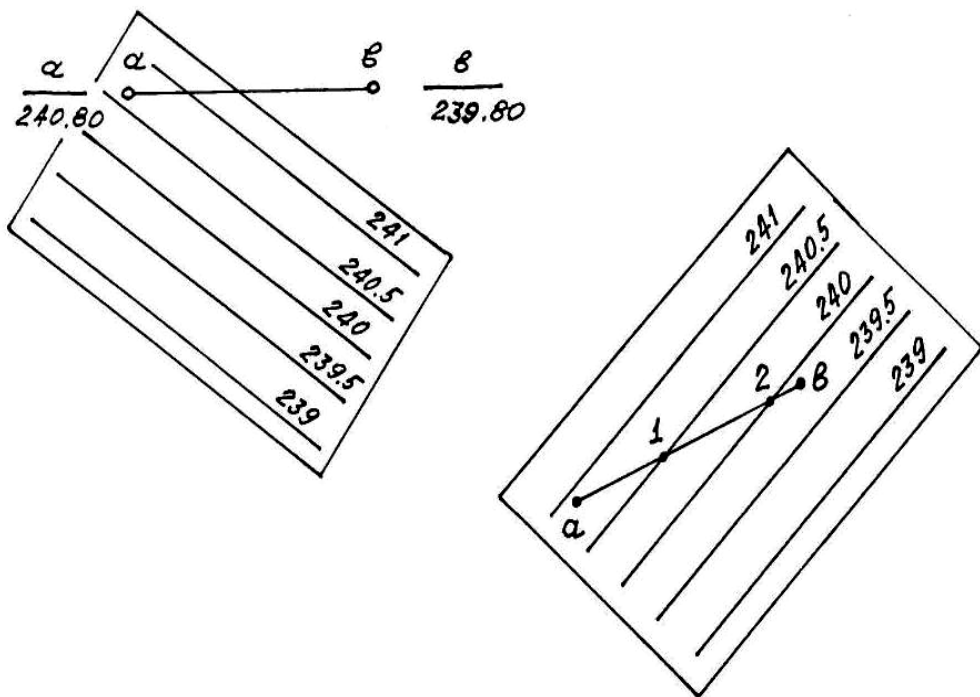
$H_{Г2}$	240,02
$H_{Г3}$	240,28
$H_{Г4}$	240,54
$H_{Г5}$	240,83
$H_{Г6}$	241,08

**Жер бедерінің қима биіктігі - 0,5м, 1 : 1000 масштабта
кұрылыс алаңының нивелирленген бетінің горизонтальдармен
кескінделген планын жасау**

1. Квадрат қабырғалары: $a=40$ м, 1:1000 масштабта квадраттар торын сызады (65-сурет). Есептелінген биіктік белгілерді метрдің жүздік таңбасына дейін дөңгелектеп әр квадрат төбелеріне жазады.

2. Графикалық интерполяция тәсілімен планға горизонтальдарды салады. Жер бедерінің қима биіктігі 0,5 м. сайын.

Практикада интерполяциялау үшін теңаралықпен жүргізілген параллель сызықты кальканы жиі қолданады. Кальканың сызықтарын белгіленген жер бедері қимасының және пландағы нүктелердің биіктігіне сәйкес етіп цифрлайды. Олар горизонтальдардың орнын табатын нүктелердің арасында болуы тиіс. Палетканы интерполяция жасайтын нүктелердің үстіне қояды, бұл уақытта нүктелердің бірі биіктігіне сәйкес палеткадағы белгінің үстіне дәл түсуге тиіс. Сонан соң палетканы а нүктесінде циркульдің ашасымен қысып, в нүктесінің биіктігі палетканың биіктігімен сәйкес болғанша палетканы осы нүктенің төңірегінде айналдырады (64-сурет). Мұнан кейін а - в сызығының палетканың сызығымен қиылысқан 1 және 2 нүктелерін шаншып әрбір нүктенің қасына 239,5 м, 240 м, 240,5 м биіктіктерін жазады. Басқа барлық нүктелердің арасын осылайша интерполяциялайды. Содан кейін пландағы биіктіктері біркелкі нүктелерді бірқалыпты қисық сызықтармен қосып жер бедерінің горизонтальдар жүргізілген кескінін табады.



64-сурет. Графикалық интерполяциялау

Горизонтальдарды аналитикалық интерполяциялау тәсілімен жүргізу 65-суретте көрсетілген. Жер бедері қимасының биіктігі $h=1$ м, А және В нүктелерінің биіктік белгілері 55,3-ден 57,5 м-ге дейін өзгергенде, нүктелер арасында биіктік белгілері 56,0 м және 57,0 м горизонтальдары жатуы тиісті. А және В нүктелері арасындағы ара қашықтық планда $d=25,0$ мм. Суретте АВ беткей сызығының H_A және H_B нүктелерінің биіктік белгілері; h – жер бедері қимасының биіктігі; h' – А және В нүктелерінің биіктік белгілерінің айырмашылығы ($h'=2,2$ м); Δh_1 – жақын үлкен горизонтальдың биіктік белгісі 56,0 м тең $H_A=55,3$ м нүктесінен биікайырымы $\Delta h_1=0,7$ м; Δh_2 – В нүктесінің биіктік белгісі $H_B=57,5$ м тең жақын кіші горизонтальдан 57,0 м биікайырымы $\Delta h_2=0,5$ м.

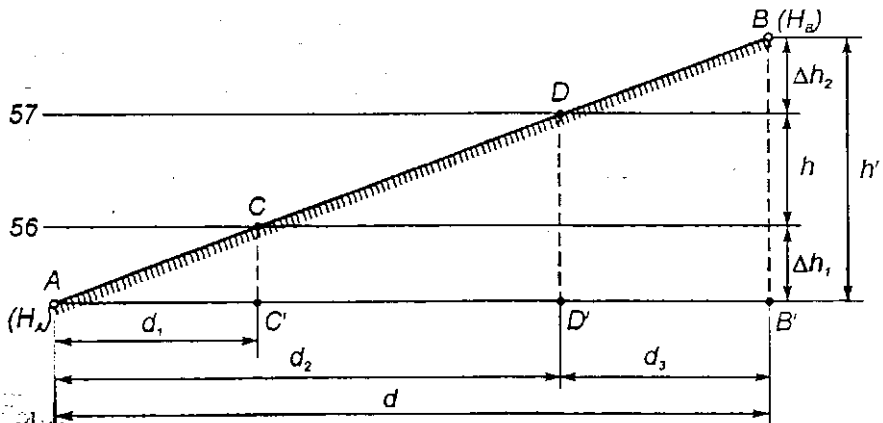
Есепті шешу С және Д нүктелерінің пландық орнын анықтаудан тұрады, бұл үшін d_1, d_2 және d_3 горизонталь ара қашықтықтарды есептеу қажет. Осы ара қашықтықтар тиісті биікайырымдарға Δh_1 , $\Delta h+h$ және Δh_2 пропорционал болғандықтан, мына формулалардан табамыз:

$$d_1 = \frac{d}{h'} \Delta h_1 = \frac{25}{2,2} \times 0,7 = 8,0 \text{ мм};$$

$$d_2 = \frac{d}{h'} (\Delta h_1 + h) = \frac{25}{2,2} \times (0,7 + 1,0) = 19,3 \text{ мм};$$

$$d_3 = \frac{d}{h'} \Delta h_2 = \frac{25}{2,2} \times 0,5 = 5,7 \text{ мм}.$$

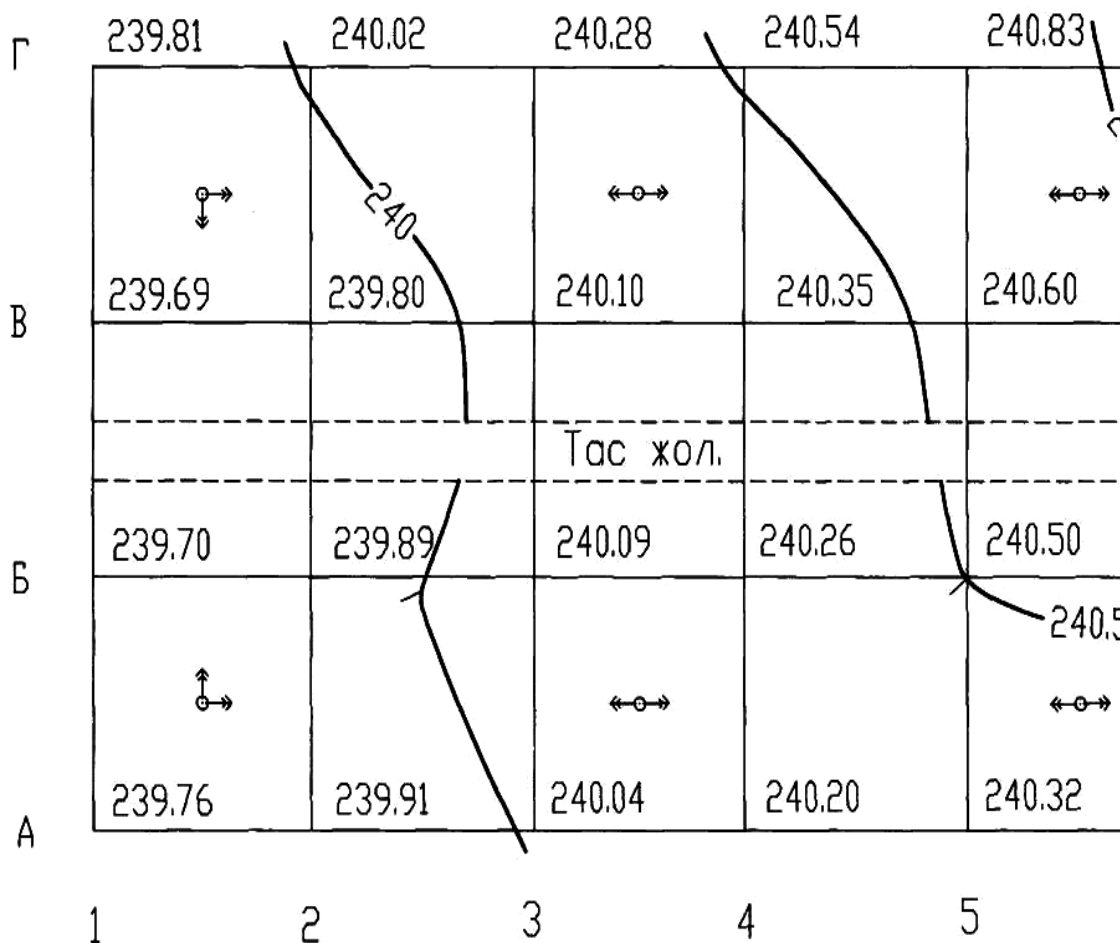
Ара қашықтық d_3 тексеру мақсатымен былайша анықталады: $d = d_2 + d_3$. Мысалда $19,3 + 5,7 = 25,0$ мм. Панда А нүктесінен d_1 және d_2 кесінділерін салып, С және Д нүктелерін табады, осы нүктелер арқылы биіктік белгілері 56,0 және 57,0 м горизонтальдары өтеді.



65-сурет. Горизонтальдарды аналитикалық интерполяциялау

Панда 0,2 мм қалыңдатылған сызықпен горизонтальдар қоңыр түспен көрсетіледі, оларды абсолют биіктігімен жазады. Горизонталь биіктігін көрсететін цифрларды жазғанда олардың табаны еңістің төмендеу жағына қарай бағытталған болуы тиіс. Жер бедерінің пішінін айыруды және нүктелердің биіктігін анықтауды жеңілдету үшін пландағы әрбір төртінші горизонтальдар қалыңдатылады - қалыңдығы 0,4 мм. Осындай мақсатпен горизонтальдарға перпендикуляр қысқа сызық-шалар қойылады, олар беткейдің төмендейтін бағытын көрсетіп, берг-штрих деп аталады.

План ситуациясы - егістік. Қағаздың форматы - А4. Толық безендірілген құрылыс алаңының нивелирленген горизонтальдармен кескінделген планы 66-суретте көрсетілген.



Масштабы 1:1000

Қима биіктігі – 0,5м

66-сурет. Құрылыс алаңының нивелирленген бетінің
горизонтальдармен кескінделген планы

7. ӨНЕРКӘСІП АЛАҢЫНДАҒЫ ҚҰРЫЛЫС КЕЗІНДЕ ШЫҒАРЫЛАТЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕР

7.1. Құрылыс алаңын дайындау кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер

Тапсырманың мақсаты:

• тірек нүктесінен полярлық координаталар тәсілімен бұрыштарды қиылыстыру тәсілімен құрылыс координаталар торынан үйдің негізгі өстерін жергілікті жерге көшіру үшін геодезиялық мәліметтерді дайындау, жобалық биіктік белгісі берілген нүктелерді жергілікті жерге көшіру және сонымен қатар жер массаларының картограммасын құру және жер жұмыстарының көлемін есептеу кезіндегі геодезиялық есептерді шешуді меңгеру.

Керекті құралдар: миллиметрлік қағаз (қағаздың өлшемі 30х40), қарындаш, сызғыш, циркуль-өлшеуіш, масштабты сызғыш, транспортир және кіші электрондық есептегіш машинкасы.

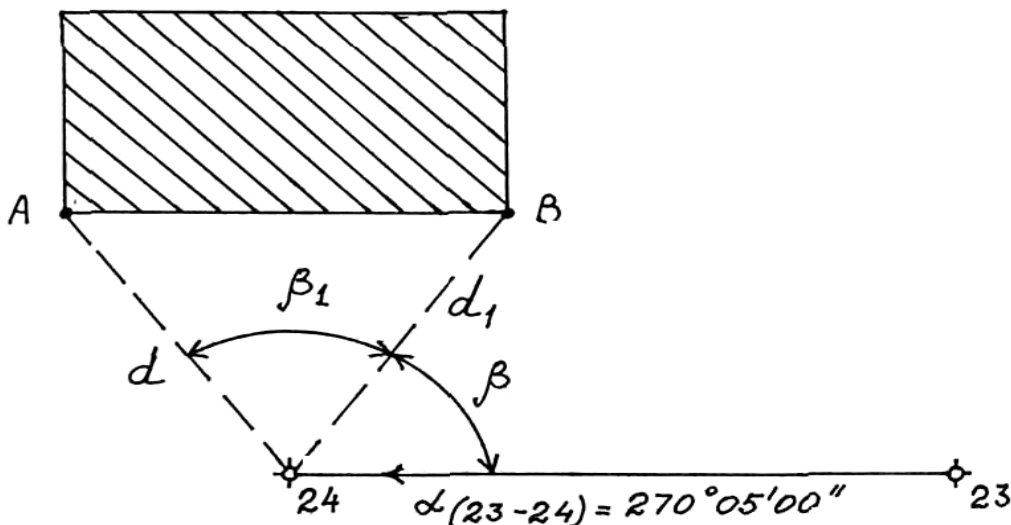
Тірек нүктесінен полярлық координатар тәсілімен ғимараттың негізгі өсін жергілікті жерге көшіру үшін, геодезиялық мәліметтерді дайындау

Бастапқы мәліметтері ретінде жобаланған ғимараттың А және В нүктелерінің координаталарын:

$$X_A = +142,25 м., Y_A = +56,94 м., X_B = +141,66 м., Y_B = +82,06 м.$$

Полигонометрия пунктiнiң немесе теодолиттiк жүрiстiк нүктесiнiң координаталарын:

$X_{24} = +120,45\text{м.}, Y_{24} = +60,85\text{м}$ және $\alpha_{(23-24)} = 270^{\circ}05'00''$
 дирекциондық бұрышын алу керек (67-сурет).



67-сурет. Бір нүктеден полярлық координаталар тәсілімен ғимараттың негізгі өсін жергілікті жерге көшіру сызбасы

$d = 24 - A, d = 24 - B$ сызықтарын, β және β_1 горизонталь бұрыштарын анықтау керек. Осы мәндерді анықтау геодезиялық кері есептік формулаларының көмегімен орындалады.

1. d және d_1 сызықтарының ұзындықтарын анықтау

$$\operatorname{tg} \alpha_{(24-A)} = Y_A - Y_{24} / X_A - X_{24} = 56,97 - 60,85 / 142,25 - 120,45 = 10^{\circ}10'06''$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{(24-B)} = Y_B - Y_{24} / X_B - X_{24} = 82,06 - 60,85 / 141,66 - 120,45 = 45^{\circ}00'00''$$

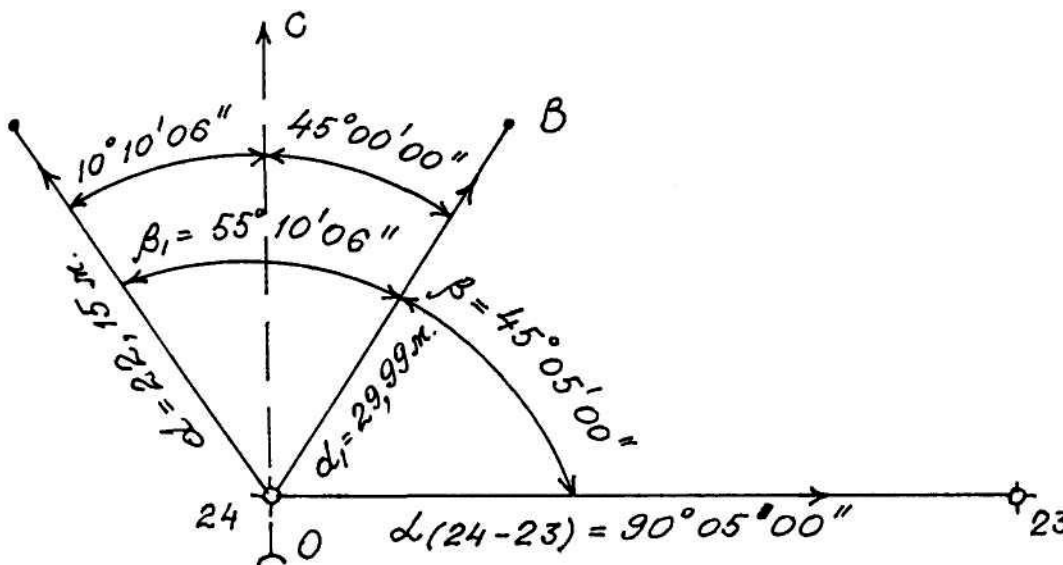
$$d = X_A - X_{24} / \cos \alpha_{(24-A)} = 142,25 - 120,45 / \cos 10^{\circ}10'06'' = 21,80 / 0,984293 = 22,15$$

$$d = Y_A - Y_{24} / \sin \alpha_{(24-A)} = 56,94 - 60,85 / \sin 10^{\circ}10'06'' = -3,91 / 0,176541 = 22,15$$

$$d_{\text{опм}} = d + d / 2 = 22,15 + 22,15 / 2 = 22,15\text{м}$$

$$d_1 = X_B - X_{24} / \cos \alpha_{(24-B)} = 141,66 - 120,45 / \cos 45^\circ 00' 00'' = 21,21 / 0,707107 =$$

$$d_1 = Y_A - Y_{24} / \sin \alpha_{(24-B)} = 82,06 - 60,85 / \sin 45^\circ 00' 00'' = 21,21 / 0,707107 = 29,$$



68-сурет. β және β_1 бұрыштарын анықтау

2. β және β_1 горизонталь бұрыштарын анықтау.

β бұрышты 68-суретте көрсетілгендей дирекциондық бұрыштардың айырымына тең: $\beta = \alpha_{(24-23)} - \alpha_{(24-B)} = 90^{\circ}05'00''$

$-45^{\circ}00'00'' = 45^{\circ}05'00''$ (мұнда $\alpha_{(24-23)}$ тура дирекциондық бұрышты алдын ала кері ауыстырамыз). β_1 бұрышы 68- суретте көрсетілгендей дирекциондық бұрыштардың

$\beta_1 = \alpha_{(24-A)} + \alpha_{(24-B)} = 10^{\circ}10'06'' + 45^{\circ}00'00'' = 55^{\circ}10'06''$ қосындысына тең:

Ескерту: Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға $\alpha_{(24-23)}$

сызығының дирекциондық бұрышын және А, В, 24

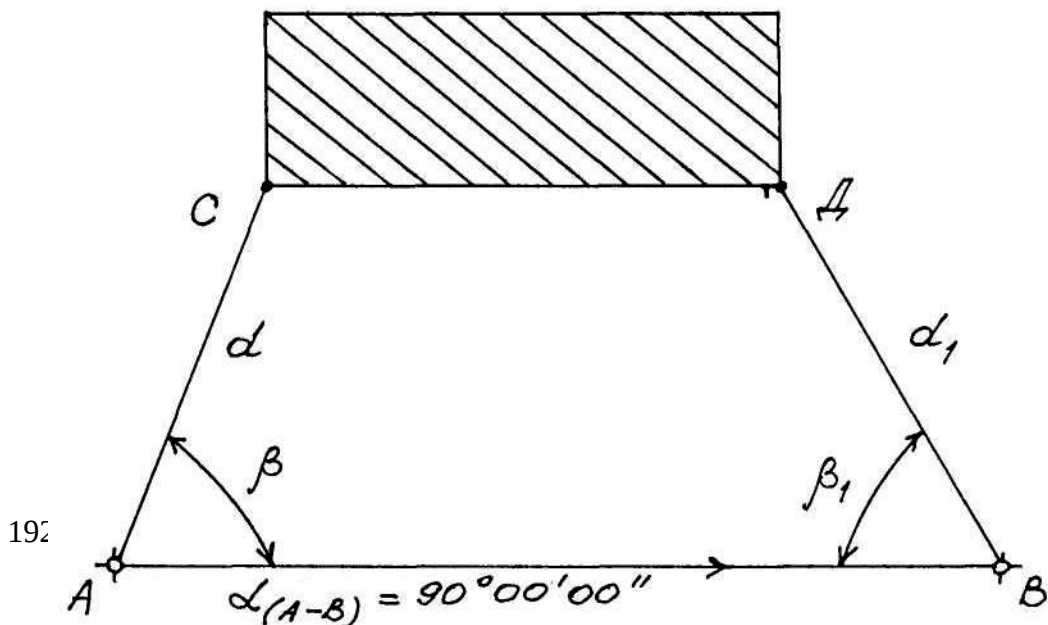
нүктелерін координаталары бойынша түсіріп, схемасын

кұру

керек.

Бұрыштық қиылыстыру тәсілімен ғимараттың негізгі өсін жергілікті жерге көшіру үшін геодезиялық мәліметтерді дайындау

Бастапқы мәліметтері ретінде жобаланған үйдің СД нүктелерін



координаталарының

$X_C = +1274,97 \text{ м.}; Y_C = -839,09 \text{ м.}; X_D = -781,50 \text{ м.};$ полигоно-метрия
пункттерінің немесе теодолиттік жүрістің нүктелерінің координаталарын:
 $X_A = -860,70 \text{ м.}, X_B = +1240,60 \text{ м.}, Y_B = -760,70 \text{ м}$ және

$\alpha_{(A-B)} = 90^0 00' 00''$ сызығының дирекциондық бұрышын алу керек (69-сурет).

69-сурет. Бұрыштық қиылыстыру тәсілі

$D = A - C$ және $d = B - D$ сызықтарының ұзындықтарын және сонымен қатар β және β_1 горизонталь бұрыштарын анықтау керек. Бұл тапсырма бірінші тапсырма сияқты орындалады.

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға А,В,С,Д нүктелерін координаталары бойынша түсіріп, схемасын құру керек.

Құрылыс торынан ғимараттың негізгі өсін жергілікті жерге көшіру үшін геодезиялық мәліметтерді дайындау

Бастапқы мәліметтері ретінде үйдің бұрыштарының бойлық және көлденең өстерінің координаталарын алу керек (70-сурет).

$$b = 1100,00 + 1075,00 = 25,00 \text{ м};$$

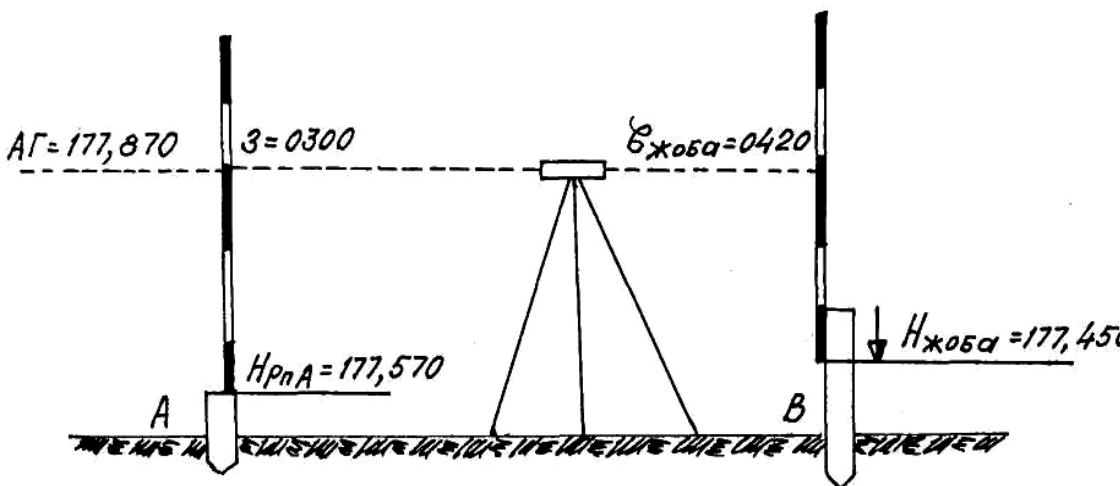
$$c = 1150,00 - 1100,00 = 50,00 \text{ м}.$$

Ал үйдің ұзындығын $d = 1150,00 - 1075,00 = 75,00 \text{ м}$ және үйдің енін $d_1 = 850,00 - 825,00 = 25,00 \text{ м}$

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға 1:2000 масштабта үйдің бұрыштарын координаталары бойынша құрып, квадратқа ғимараттың контурын түсіру керек.

Жобалық биіктік белгісі берілген нүктені жергілікті жерге көшіру

А реперінен (абсолюттік биіктік белгісі $H_{рпА} = 177,570 \text{ м}$ -ге тең) нүктенің жобалық биіктік белгісін $H_{жоба} = 177,450 \text{ м}$ немесе нөлдік горизонтты жергілікті жерге көшіру керек (71-сурет).



71-сурет. Жобалық биіктік белгісі берілген нүктені жергілікті жерге көшіру

Есептеудің реті 71-суретте көрсетілгендей А реперіне қойылған рейкадан алынған есептеу $З = 0300 \text{ мм}$ -ге тең. В қазықшасына берілген

жобалық биіктік белгісінің нүктесін алу үшін, В қазықшасына қойылатын рейканың жобалық $\delta_{жоба}$ есептеуді анықтау керек

$$\delta_{жоба} = A\Gamma - H_{жоба} = 177,870 - 177,450 = 0420 \text{ мм}$$

мұндағы $A\Gamma = H_{РПА} + 3 = 177,570 + 0,300 = 177,870 \text{ м}$

Ескерту. Есепті шешу кезінде, миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

7.2. Үйлер мен ғимараттардың жер асты бөлігінің құрылысы кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер

Жұмыстың мақсаты:

• рулетканың көмегімен терең қазан шұңқырдың түбінің биіктік белгісін анықтау, рулетканың көмегімен терең қазан шұңқырдың реперге биіктік белгісін беру, қазан шұңқырдағы реперге биіктік белгісін беру, енісі берілген сызықты жергілікті жерге көшіру, өндірістік үйдің еденінің алаңына көлбеу жазықтығын беру, қазан шұңқырдағы уақытша реперге шартты биіктік белгісін беру, нөлдік горизонттан төмен орналасқан іргетастың шартты биіктік белгісінің биіктігін анықтау, қазан шұңқырдың биіктік атқару сызбасын және колонна іргетастарының биіктік сызбасын құру кезіндегі геодезиялық есептерді шешуді меңгеру.

Керекті құралдар: миллиметрлік қағаз (қағаздың өлшемі 20х30см және 30х40см), қарындаш, циркуль-өлшеуіш, сызғыш, масштабты сызғыш, транспортир және кіші электрондық есептегіш машинкасы.

Қазан шұңқырдағы реперге биіктік белгісін беру

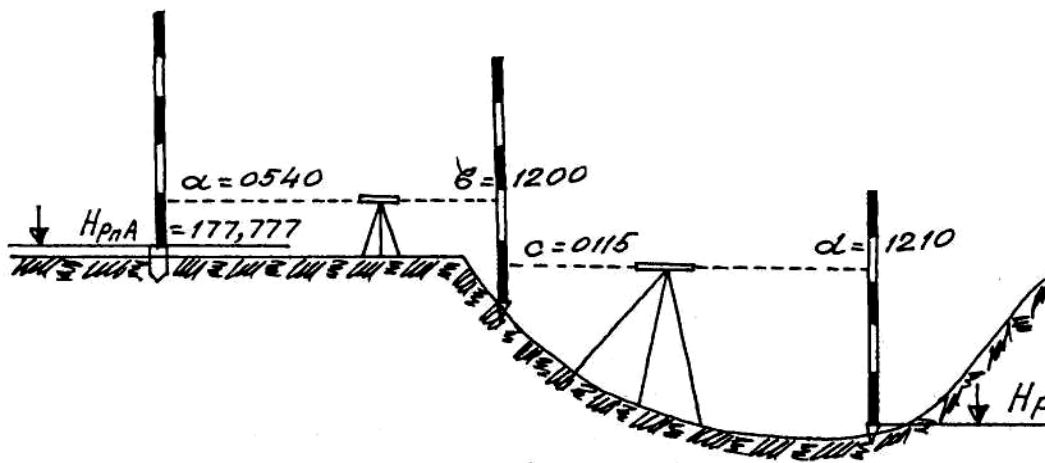
Бастапқы мәліметтер ретінде А реперінің биіктік белгісін $H_{рпА}=177,777\text{м}$, А реперіне $a=0540\text{ мм}$, Х пикетіне $b=1200\text{ мм}$, X_1 пикетіне $c=0115\text{ мм}$ және В реперіне $d=1210\text{ мм}$ қойылған рейкадан алынған санақтарды алу керек.

Жер бетінде орналасқан А реперінен қазан шұңқырдың түбінде орналасқан В реперіне биіктік белгісін беру керек (72-сурет).

Есептеудің реті. 67-суретте көрсетілгендей қазан шұңқырдағы В реперінің биіктік белгісін мына формуламен анықтауға болады:

$$H_{\text{рпв}} = H_{\text{рпА}} + a - b + c - d = 177,777 + 0,540 - 1,200 + 0,115 - 1,210 = 176,022 \text{ м}$$

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

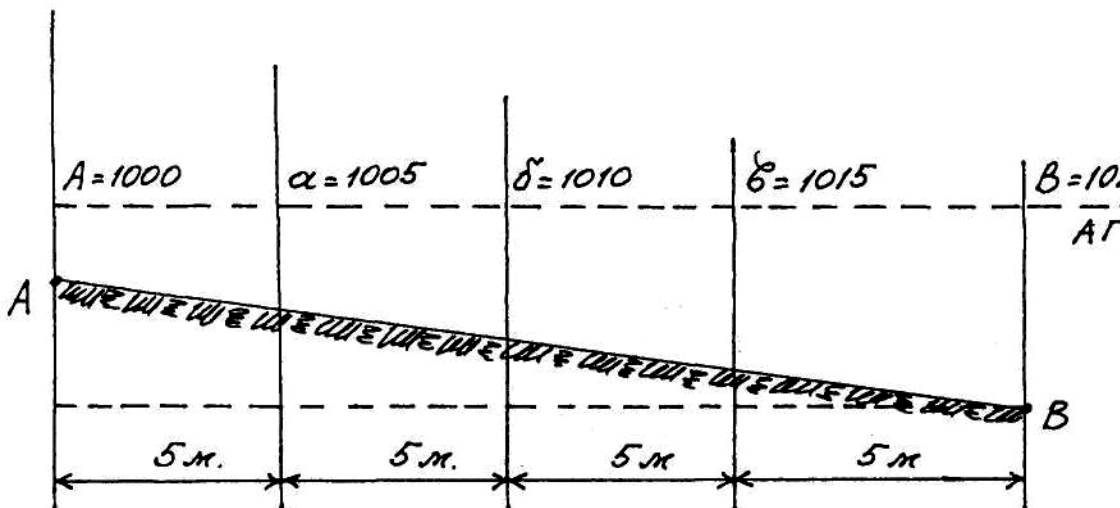


72-сурет. Қазан шұңқырдағы реперге биіктік белгісін беру

Ылдилығы берілген сызықты жергілікті жерге көшіру (рейкадан алынған есептеулер бойынша)

А нүктесінен В нүктесіне дейін еңісі $i = -0,001$ бар сызықты трассалау және берілген ылдифа сәйкес 5м сайын қазықшалар қағу керек. Сонымен қатар А нүктесіне қойылған рейкадан алынған есептеу $A = 1000$ мм белгілі.

а,б,в және В пикеттеріне қойылған рейкадан алынатын есептеулерді



анықтау керек, олар берілген ылдиға сәйкес болсын (73-сурет).

73-сурет. Ылдилығы берілген сызықты жергілікті жерге көшіру

Есептеудің реті 73-суретте көрсетілгендей 5 м, 10 м, 15 м және 20 м-ге құлаған сызықты мына формуламен анықтауға болады:

$$h_1 = i \times d_1 = -0,001 \times 5 = -0,005\text{м},$$

$$h_2 = i \times d_2 = -0,001 \times 10 = -0,010\text{м},$$

$$h_3 = i \times d_3 = -0,001 \times 15 = -0,015\text{м},$$

$$h_4 = i \times d_4 = -0,001 \times 20 = -0,020\text{м}.$$

және осыдан кейін пикеттерге қойылатын рейкадан алынатын есептеулерді мына формуламен анықтауға болады:

$$a = A + h_1 = 1000 + 5 = 1005\text{мм},$$

$$б = A + h_2 = 1000 + 10 = 1010\text{мм},$$

$$в = A + h_3 = 1000 + 15 = 1015\text{мм},$$

$$г = A + h_4 = 1000 + 20 = 1020\text{мм}.$$

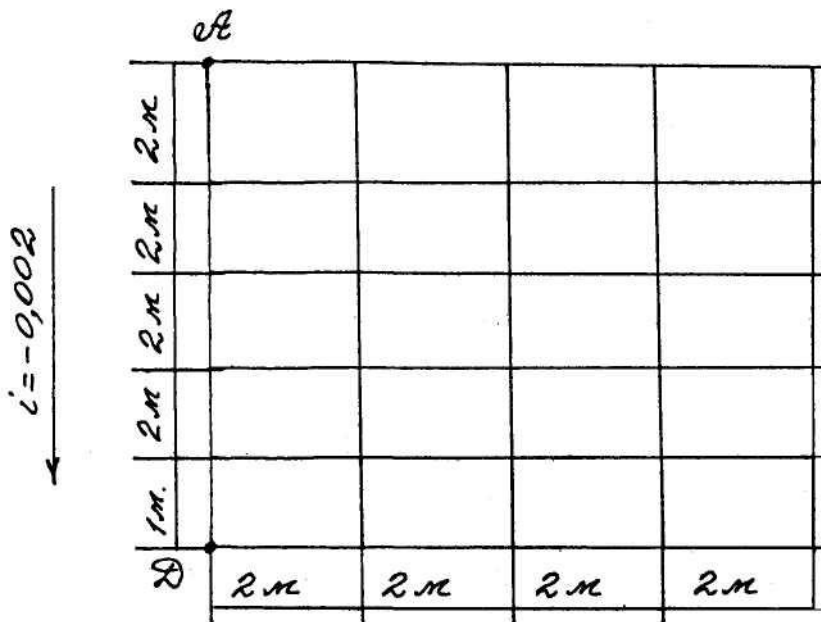
Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

Өндірістік ғимараттың еденінің алаңына көлбеу жазықтығын беру

Бастапқы мәліметтер ретінде өлшемі 10х9 м АВСД алаңын алу керек. Алаң, жақтары 2х2м квадраттарға бөлінген. Квадраттардың төбелері қазықшалармен бекітілген. Қазықшалардың а қатарына қойылған рейкалардан алынған санақтар $a=1200$ мм белгілі.

б,в,г,д,е қатарындағы қазықшалардың ұштарына қойылатын рейкадан алынатын есептеулерді анықтау керек, ол үшін алаңның АВ жағынан СД жағына ылдилық құрылсын (74-сурет).

74-сурет. Еден алаңына көлбеу жазықтығын беру



Есептеудің реті 74-суретте көрсетілгендей 2 м, 4 м, 6 м, 8 м, 9 м-ге дейінгі биікайырымды мына формуламен анықтауға болады:

$$h_1 = i \times d_1 = -0,002 \times 2 = -0,004\text{м},$$

$$h_2 = i \times d_2 = -0,002 \times 4 = -0,008\text{м},$$

$$h_3 = i \times d_3 = -0,002 \times 6 = -0,012\text{м},$$

$$h_4 = i \times d_4 = -0,002 \times 8 = -0,016\text{м},$$

$$h_5 = i \times d_5 = -0,002 \times 9 = -0,018\text{м}.$$

$$h_4 = i \times d_4 = -0,001 \times 20 = -0,020\text{м}.$$

және осыдан кейін қатардағы қазықшалардың ұштарына қойылатын рейкадан алынатын есептеулерді мына формуламен анықтауға болады:

$$b = a + h_1 = 1200 + 4 = 1204\text{мм},$$

$$b=a + h_2=1200+8=1208\text{мм},$$

$$r=a + h_3=1200+12=1212\text{мм},$$

$$d=a + h_4=1200+16=1216\text{мм},$$

$$e=a + h_5=1200+18=1218\text{мм}.$$

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

Қазан шұңқырдағы уақытша реперге шартты биіктік белгісін беру

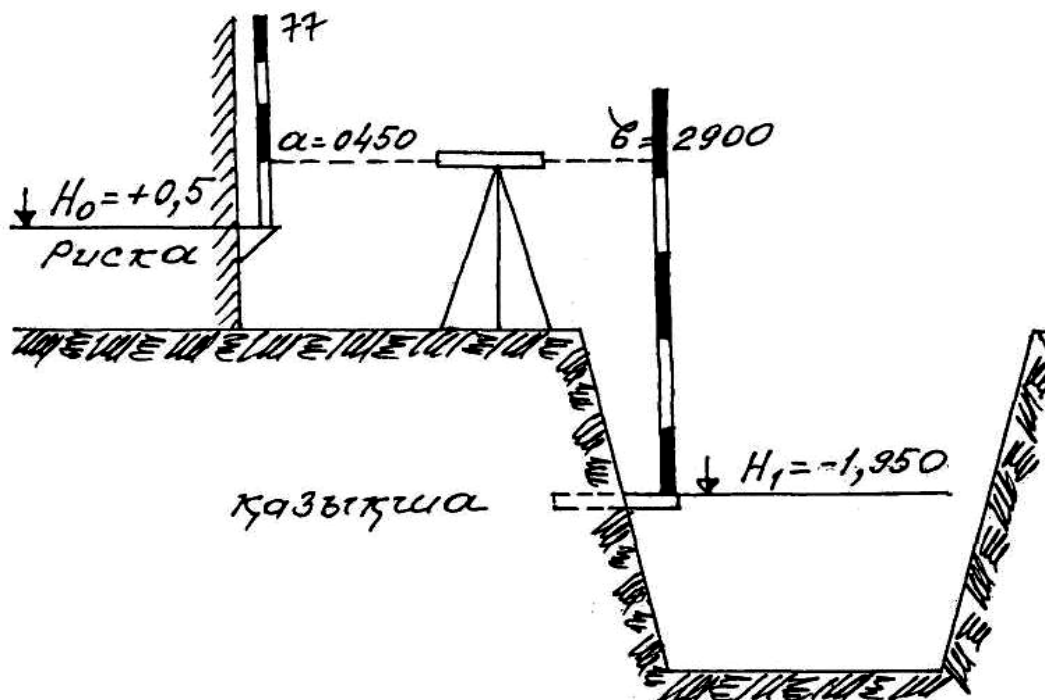
Бастапқы мәліметтер ретінде рисканың биіктік белгісін $H_0=+0,5$ м, рискаға қойылған рейкалардан алынған санақты $a=0450$ мм және уақытша реперге қойылған рейкадан алынған санақты $b=2900$ мм алу керек.

Үйдің қабырғасындағы рискадан қазан шұңқырдағы уақытша шартты биіктік белгісін беру керек (75-сурет).

Есептеудің реті 70-суретте көрсетілгендей, қазан шұңқырдағы уақытша реперінің шартты биіктік белгісін мына формуламен анықтауға болады:

$$H_1= H_0 + a - b= 0,5 + 0,450 - 2,900 = -1,950\text{м}$$

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.



75-сурет. Қазан шұңқырға шартты биіктік белгісін беру

Нөлдік горизонттан төмен орналасқан іргетастың төбесінің шартты биіктік белгісін анықтау

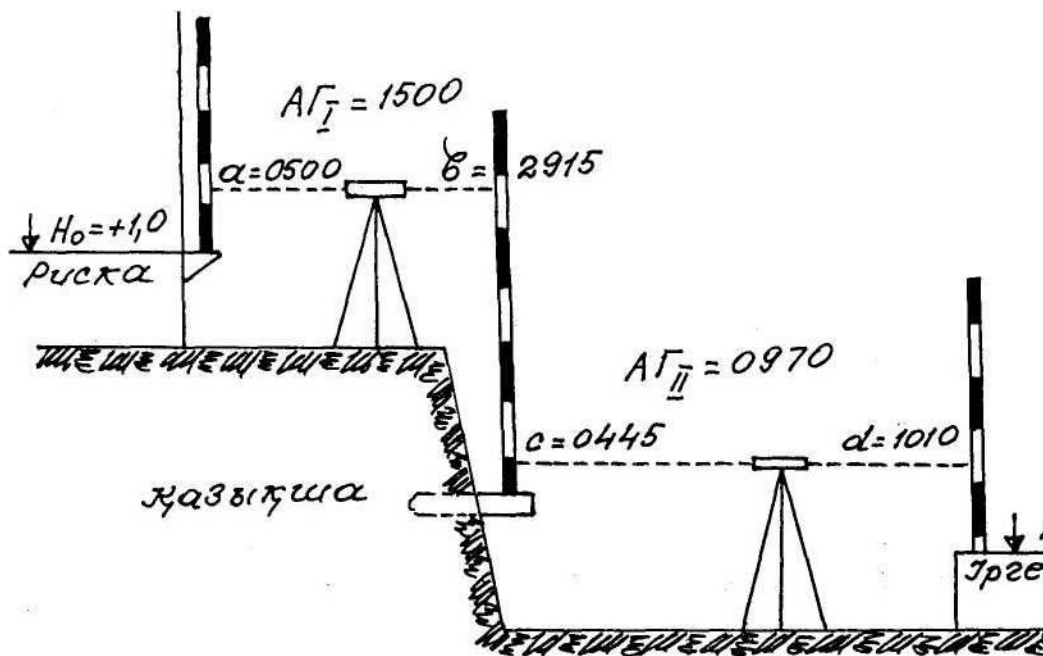
Бастапқы мәліметтері ретінде рисканың биіктік белгісін $H_0 = +1,0$ м, рискаға қойылған рейкалардан алынған санақты $a = 0500$ мм, уақытша реперге қойылған рейкадан алынған санақты $b = 2915$ мм, қазан шұңқырдағы реперге қойылған рейкадан алынған санақты $c = 0445$ мм және іргетастың төбесіне қойылған рейкадан алынған санақты $d = 1010$ мм алу керек.

Іргетастың төбесінің шартты биіктік белгісін анықтау керек (76-сурет).

Есептеудің реті 76-суретте көрсетілгендей іргетастың төбесінің шартты биіктік белгісін мына формуламен анықтауға болады:

$$H_1 = H_0 + a - b + c - d = +1,0 + 0,500 - 2,915 + 0,445 - 1,010 = -1,980\text{м}$$

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.



76-сурет. Іргетастың төбесінің биіктік белгісін анықтау

Қазан шұңқырдың биіктікті орындау сызбасын құру

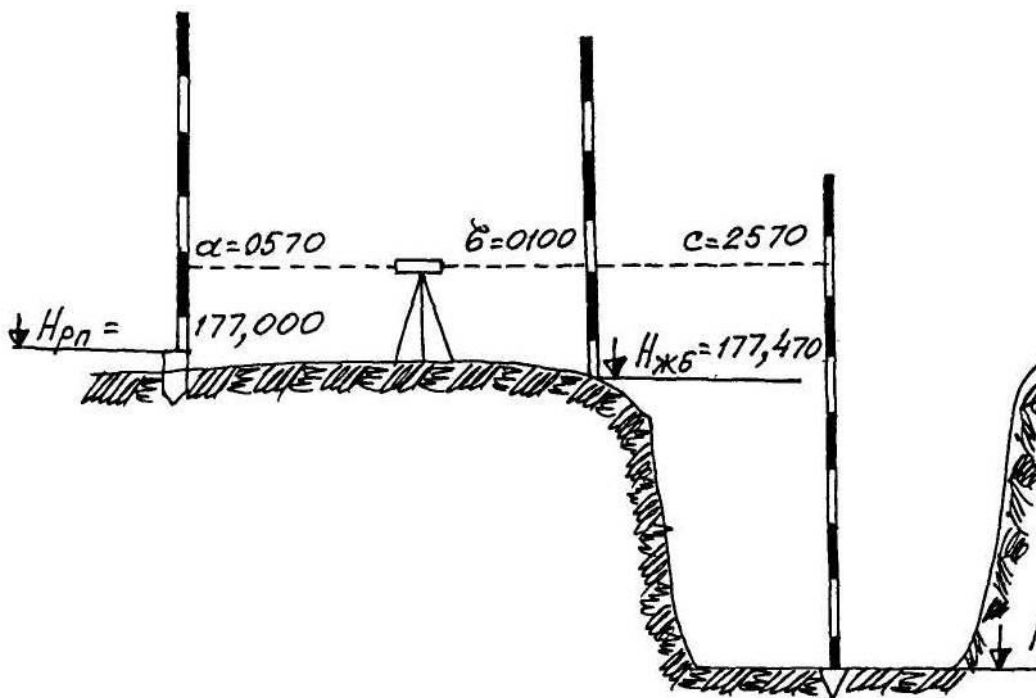
Бастапқы мәліметтері ретінде репердің биіктік белгісін $H_{\text{рп}} = 177,000$ м, реперге қойылған рейкадан алынған санақты $a = 0570$ мм және нивелирлеу нәтижелерін алу керек.

Нивелирлеу нәтижелері

Нүкте	Рейкадан алынған есептеулер, мм	
	Жердің бетіндегі, в	Қазан шұңқырдың түбіндегі, с
A/1	0100	2570

Б/1	0100	2540
В/1	0242	2530
А/2	0374	2562
Б/2	0120	2260
В/2	0412	2560
А/3	0200	2550
Б/3	0150	2540
В/3	0312	2610

Жердің бетінің және қазан шұңқырдың түбінің шын биіктік белгілерін есептеу және қазан шұңқырдың түбінің жобалық биіктік белгісі $H_{\text{жоба}}=175,000$ м-ге тең болған шартты кезіндегі қазан шұңқырды қазу тереңдігін анықтаумен қатар, жобалық биіктік белгісінен ауытқуының кестесін құру керек (77-сурет).



77-сурет. Қазан шұңқырдың биіктіктік орындалу сызбасы

Есептеудің реті 77-суретте көрсетілгендей жердің бетінің биіктік белгісін мына формуламен анықтауға болады:

$$H_{жб} = H_{рп} + a - b = 177,000 + 0,570 - 0,100 = 177,470\text{м}$$

және тағы сол сияқты және қазан шұңқырдың түбінің шын биіктік белгісін мына формуламен анықтауға болады:

$$H_{шкшт} = H_{рп} + a - c = 177,000 + 0,570 - 2,570 = 175,000\text{м}$$

және тағы сол сияқты.

Жер бетінің және қазан шұңқыр түбінің шын биіктік белгілерін есептеп болғаннан кейін, қазан шұңқырды қазу тереңдігін анықтаумен қатар, жобалық биіктік белгісінен ауытқуының кестесін құру керек.

Қазан шұңқырды қазу тереңдігін анықтаумен қатар, жобалық биіктік белгісінен ауытқуының кестесі.

Нүкте	$H_{жб}$	Қазан шұңқырдың түбі		Айырымы	
		$H_{жоба}$	$H_{шкшт}$	$H_{жоба} - H_{шкшт}$	$H_{жб} - H_{шкшт}$
А/1	177,47	175,00	175,00	0	2,47
Б/1	177,47	175,00	175,03	-0,03	2,43
В/1	177,33	175,00	175,04	-0,04	2,29
А/2	177,20	175,00	175,01	-0,01	2,19
Б/2	177,45	175,00	175,97	-0,03	2,48
В/2	177,16	175,00	175,01	-0,01	2,15
А/3	177,37	175,00	175,02	-0,02	2,35
Б/3	177,42	175,00	175,03	-0,03	2,39
В/3	177,26	175,00	175,96	-0,04	2,30

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

1. Бағана іргетастарының биіктіктік орындалу сызбасы

Бастапқы мәліметтері ретінде А рискасының шартты биіктік белгісін $H_0 = +1,0\text{м}$, рискасына қойылған рейкадан алынған санақты $a = 0,340\text{м}$, стакандар түбінің жобалық биіктік белгісін $H_{жоба} = -2,00\text{м}$ және сонымен қатар нивелирлеу нәтижелерін алу керек.

Іргетастың төбесінің шартты биіктік белгісін анықтау керек (78-сурет).

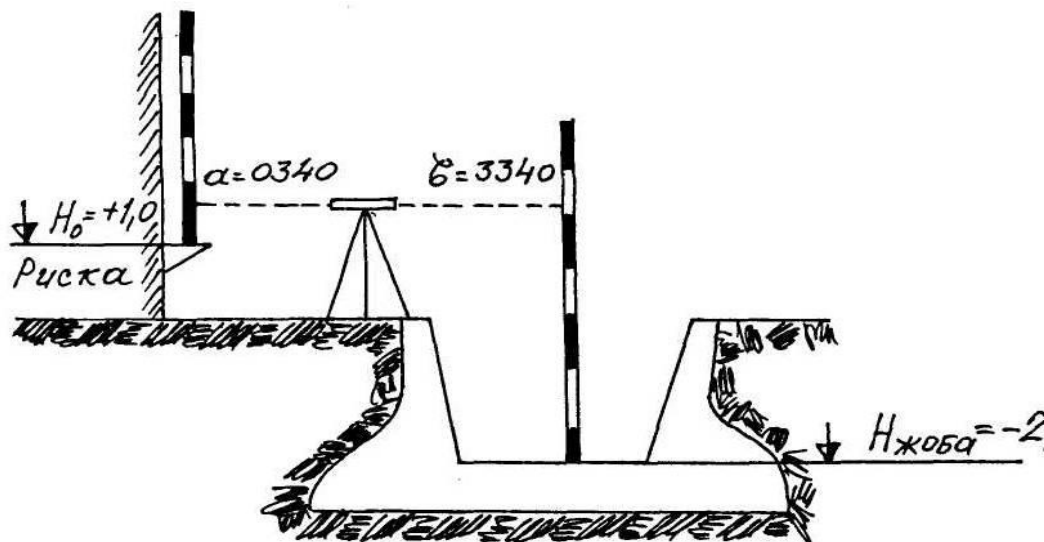
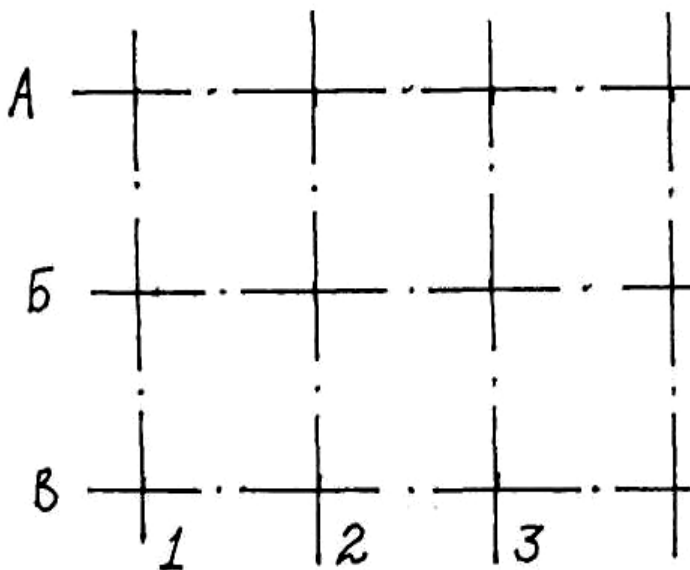
Нивелирлеу нәтижелері

Нүкте	Стакандар түбіне қойылған рейкадан алынған санақтар В, мм	Стакандар түбінің жобалық биіктік белгісі $H_{\text{жоба}}$, м
А/1	3340	-2,00
Б/1	3302	
В/1	3308	

Кестенің жалғасы

А/2	3349	
Б/2	3358	
В/2	3322	
А/3	3320	
Б/3	3312	
В/3	3310	
А/4	3310	
Б/4	3349	
В/4	3316	

Стакандар түбінің биіктік белгілерін анықтау және стакандар түбінің шын биіктік белгілерінің жобалық биіктік белгісінен ауытқуының кестесін құру керек (78-79-сурет).



78-79-сурет. Стакандардың биіктіктік орындалу сызбасы

Есептеудің реті 78-79-суреттерде көрсетілгендей, стакандар түбінің шын биіктік белгілерін мына формуламен анықтауға болады:

$$H_{\text{шт}}^{A/1} = H_0 + a - v_1 = +1,0 + 0,340 - 3,340 = -2,00\text{м},$$

$$H_{\text{шт}}^{B/1} = H_0 + a - v_2 = +1,0 + 0,340 - 3,302 = -1,96\text{м},$$

$$H_{\text{шт}}^{B/1} = H_0 + a - v_3 = +1,0 + 0,340 - 3,308 = -1,97\text{м}$$

және тағы сол сияқты.

Стакандар түбінің шын биіктік белгілерін есептеп болғаннан кейін, стакандар түбінің шын биіктік белгілерінің жобалық биіктік белгісінен ауытқуының кестесін құру керек.

Стакандар түбінің шын биіктік белгілерінің жобалық биіктік белгісінен ауытқу кестесі

Нүкте	Стакандар түбінің биіктік белгілері		Айырымы
	$H_{\text{жоба}}$	$H_{\text{шт}}$	$H_{\text{жоба}} - H_{\text{шт}}$
А/1	-2,00	-2,00	0,00
Б/1	-2,00	-1,96	-0,04
В/1	-2,00	-1,97	-0,03
А/2	-2,00	-2,01	+0,01
Б/2	-2,00	-2,02	+0,02
В/2	-2,00	-1,98	-0,02
А/3	-2,00	-1,98	-0,02
Б/3	-2,00	-1,97	-0,03

В/3	-2,00	-1,97	-0,03
А/4	-2,00	-1,97	-0,03
Б/4	-2,00	-2,01	+0,01
В/4	-2,00	-1,98	-0,02

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

7.3. Үйлер мен ғимараттардың жер үсті бөлігінің құрылысы кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер

Жұмыстың мақсаты:

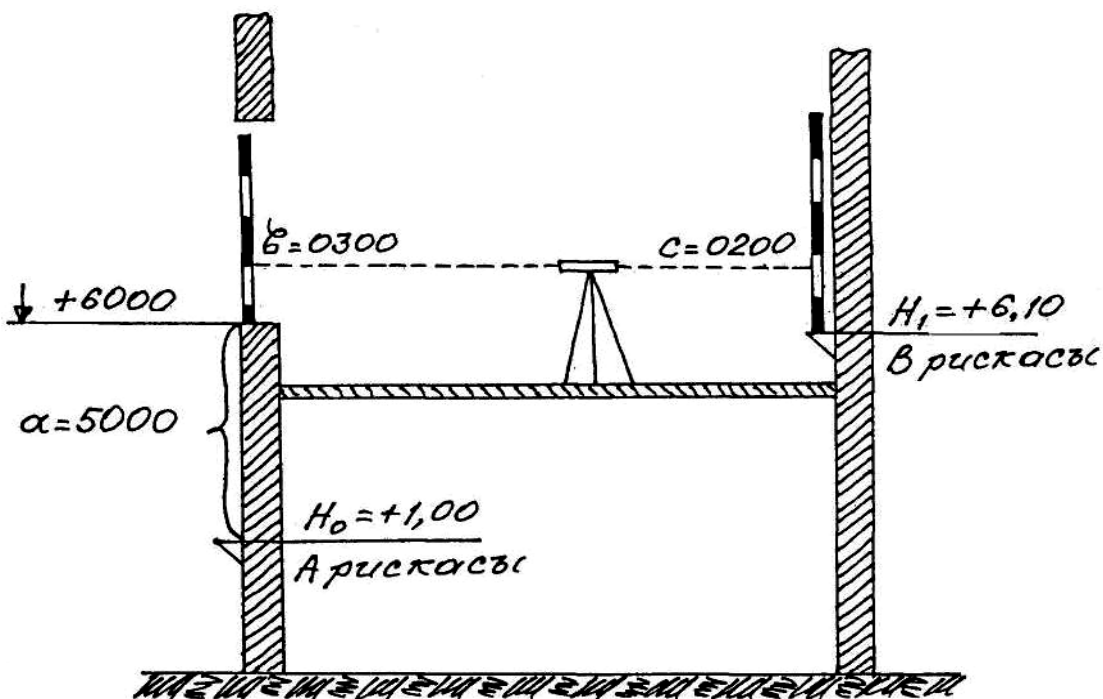
● өндірістік үйдің биік бөлігіне шартты биіктік белгісін беру және ғимараттың қол жетпейтін нүктелерінің биіктігін анықтау кезіндегі геодезиялық есептерді шешуді меңгеру.

Керекті құралдар: миллиметрлік қағаз (қағаздың өлшемі 20х30см), қарындаш, циркуль-өлшеуіш, сызғыш, масштабты сызғыш, транспортир және кіші электрондық есептегіш машинкасы

Өндірістік үйдің биік бөлігіне шартты биіктік белгісін беру

Бастапқы мәліметтері ретінде А рискасының биіктік белгісін $H_0 = -1,000$ м, терезе ойығына қойылған рейкадан алынған санақты $v = 0300$ мм және В рискасына қойылған рейкадан алынған санақты $c = 0200$ мм алу керек.

Өндірістік үйдің үшінші қабатындағы В рискасына шартты биіктік белгісін беру керек (80-сурет).



80-сурет. Құрылыстың биік нүктесіне биіктік белгісін беру

Есептеудің реті 80-суретте көрсетілгендей В рискасының биіктік белгісін мына формуламен анықтауға болады:

$H_1 = H_0 + a + b - c$ немесе В рискасының биіктік белгісін

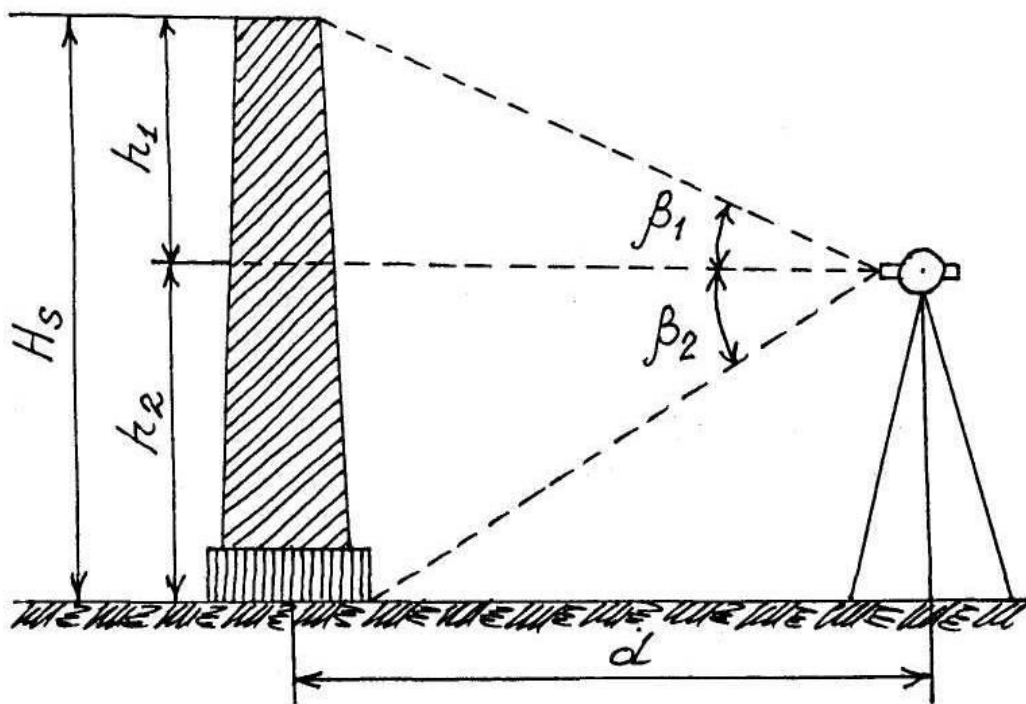
$$H_1 = +1,000 + 5,000 + 0,300 - 0,200 = +6,10\text{м}$$

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

Ғимараттың қол жетпейтін нүктелерінің биіктігін анықтау

Бастапқы мәліметтері ретінде теодолиттен ғимаратқа дейінгі ара қашықтығын $d = 51,20\text{м}$ және вертикаль бұрыштарын $\beta_1 = 20^\circ 22'$ және $\beta_2 = 2^\circ 42'$ алу керек.

Ғимараттың биіктігін H_s анықтау керек (81-сурет).



81-сурет. Ғимараттың биіктігін анықтау

Есептеудің реті 81-суретте көрсетілгендей ғимараттың биіктігін тригонометриялық формуланың көмегі арқылы анықтауға болады:

$$H_s = h_1 + h_2 = d(\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2) = 51,20 (0,3712 + 0,0472) = 51,20 \times 0,4184 = 21,42\text{м}$$

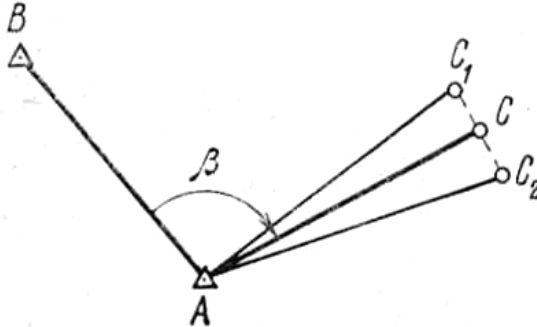
Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

8. ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БАРЛАУ КЕЗІНДЕГІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ

ЖҰМЫСТАР

8.1. Ұңғыманың жобадағы орнын жер бетіне шығару

Жобадағы ұңғыманы жер бетіне көшіру жобалық бұрыш пен ұзындықты жер бетінде құрудан тұрады. Жобадағы бұрышты β (82-сурет) жергілікті жерге көшіру үшін теодолитті А нүктесіне орнатады да лимба мен алидаданың нөлдік штрихтарын беттестіргеннен кейін алидаданы бекітеді де, лимбаны босатып В нүктесін көздейді. А нүктесін дәл көздеу лимбаның жетекші винтімен жүзеге асырылады. Содан кейін алидаданы босатып, лимбада жобадағы бұрышқа жақын есептеуді қояды. Осыдан кейін осы бағыттағы C' нүктесін белгілейді.



82-сурет. Жобалық горизонталь бұрышты жер бетінде құру

Осылай тағы да осы бұрышты вертикаль дөңгелектің екінші жағдайында құрады. Әртүрлі болатын қателіктің салдарынан алынған бағыт біріншімен беттеспеуі мүмкін, сондықтан оны C'' нүктесімен белгілейді. Бұл жағдайда

$C'C''$ кесіндісін екіге бөліп С нүктесін алады, ол нүкте С бағытында β полярлық бұрышымен орналасқан. Алынған АС бағытында d_{AC} горизонталь ұзындығын салып, жергілікті жерде нүктенің жобадағы орнын С қазықшамен бекітеді.

Жобадағы ұңғыманы жер бетіне көшіру негізінен мынадай тәсілдермен жүргізіледі.

Полярлық координаталар тәсілі. Тірек пункттері ретінде геодезиялық түсіргі негіздеуінің екі пункті таңдалынады. Мысалы А және В тірек пункттерінен жобадағы ұңғыманы Р (83-сурет) жер бетіне көшіру қажет. Геодезиялық мәліметтер – полярлық бұрыш β және полярлық қашықтық s мына формулалармен есептелінеді:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AP} = \frac{y_P - y_A}{x_P - x_A};$$

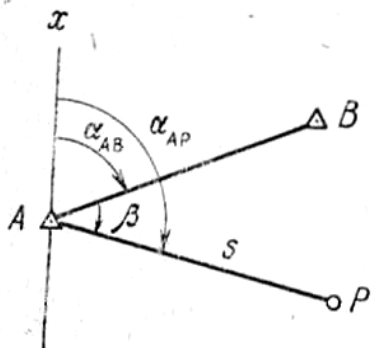
$$\beta = \alpha_{AP} - \alpha_{AB};$$

$$s = \frac{x_P - x_A}{\cos \alpha_{AP}} = \frac{y_P - y_A}{\sin \alpha_{AP}},$$

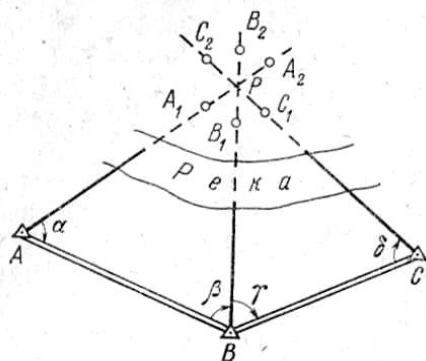
мұндағы x_A , y_A - геодезиялық тірек пунктiнiң А координаталары; x_P , y_P – жобадағы ұңғыманың Р координаталары; α_{AB} – бастапқы бағыттың АВ дирекциондық бұрышы. Жер бетiне жобадағы ұңғыманы Р көшiру үшiн теодолиттi тірек пунктiне А орналастырады да АВ бағытынан горизонталь бұрышты β құрады. Сонан соң теодолит дүрбiсiнiң бағытында рулеткамен горизонталь қашықтықты s өлшеп жер бетiнде ұңғыманың жобадағы орнын анықтайды.

Бұрыштық қиылыстыру тәсiлi. Осы тәсiл тірек пункттерiнен жобадағы ұңғыма орнына дейiнгi арақашықтықты рулеткамен тiкелей өлшеуге болмайтын жағдайда қолданылады.

Жобадағы ұңғыманы Р жер бетiне шығару үшiн осы аумақта кем дегенде үш тірек пунктi болуы қажет (84-сурет). Осындағы α , β , γ және δ бұрыштары мына формулалардан анықталады $\alpha = \alpha_{AB} - \alpha_{AP}$; $\beta = \alpha_{BP} - \alpha_{BA}$; $\gamma = \alpha_{BC} - \alpha_{BP}$; $\delta = \alpha_{CP} - \alpha_{CB}$, мұндағы α_{AB} , α_{AP} , α_{BP} , α_{BA} , α_{BC} , α_{BP} , α_{CP} , α_{CB} – АВ, АР, ВР, ВА, ВС, ВР, СР, СВ – бағыттарының дирекциондық бұрыштары. Содан соң теодолиттi А, В және С тірек пункттерiнiң әрқайсысына орнатып α , β , γ және δ бұрыштарын құрады да бағыттарды бередi. Осы бағыттардың қиылысатын жақын жерлерiнiң А₁, А₂, В₁, В₂, С₁, С₂ әрқайсысын екi қадамен белгiлейдi. Осы үш бағыттың қиылысатын жерi жергiлiктi жердегi жобадағы ұңғыма орны болып саналады.



83-сурет. Ұңғыма сағасын жер бетіне полярлық тәсілмен шығару



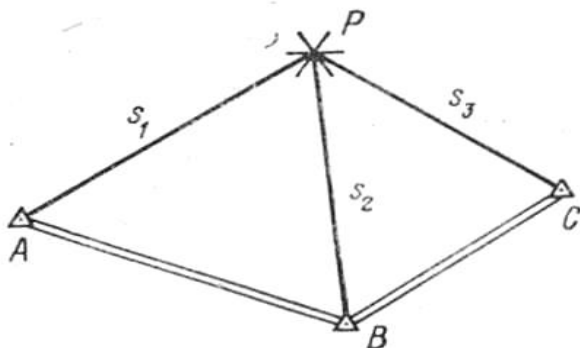
84-сурет. Ұңғыма сағасын жер бетіне бұрыштық қиылыстыру тәсілмен шығару

Ұзындық қиылыстыру тәсілі. Осы тәсіл ұңғыманың жобадағы орны тірек пункттерінен өлшеу құралының ұзындығынан аспаған жағдайда жиі қолданылады. Осында геодезиялық мәліметтерге s_1 , s_2 және s_3 ұзындықтары жатады. Бұрғылау ұңғымасының жобадағы орны Р (85-сурет) жергілікті жерде А, В және С нүктелерінен жүргізілген радиустары АР, ВР және СР тең доғалардың қиылысқан жерімен анықталады. s_1 , s_2 және s_3 арақашықтықтары план арқылы графикалық жолмен анықталуы мүмкін немесе мына формулалар бойынша есептеп шығарылады

$$s_1 = \frac{Y_P - Y_A}{\sin \alpha_{AP}} = \frac{X_P - X_A}{\cos \alpha_{AP}};$$

$$s_2 = \frac{Y_P - Y_B}{\sin \alpha_{BP}} = \frac{X_P - X_B}{\cos \alpha_{BP}};$$

$$s = \frac{Y_P - Y_C}{\sin \alpha_{CP}} = \frac{X_P - X_C}{\cos \alpha_{CP}}.$$



85-сурет. Ұңғыма сағасын жер бетіне ұзындық қиылыстыру тәсілмен шығару

Одан әрі ұңғыманың жер бетіндегі орнын анықтау былайша жүргізіледі. Екі рулетканың шеттерін А және В нүктелеріне бекітеді де рулеткадағы есептеулер s_1 және s_2 бір-бірімен беттескен кезде жобадағы ұңғыманың жер бетіндегі орны табылады. Ұңғыма орнының дұрыс анықталғандығын тексеру мақсатымен тірек пунктінен С ұңғымаға дейінгі s_3 арақашықтықты өлшейді. Өлшенген арақашықтықтың жобалық s_3 арақашықтықпен түйісуі ұңғыманың жобадағы орнының дұрыс анықталғандығын білдіреді.

8.2. Бұрғылау қондырғысы алаңын вертикаль тегістеу

Мұнай және газ ұңғымаларын жүргізу үшін бұрғылау қондырғысына арналған алаңды тегістейді. Тегістеу дегеніміз істелген жұмыстардың нәтижесінде табиғи топографиялық бетті жобаға сәйкес өзгерту. Бұрғылау ұңғымаларын жүргізу кезінде, бұрғылау қондырғысына арналған алаң ретінде горизонталь жазықтық жобаланады. Горизонталь жазықтықты жобалау кезінде жер бетінің ерекшелігі ескеріледі де, оны қазу және

толтыру жұмыстарының көлемдері тең болатындай етіп шешеді.

Бұрғылау қондырғысына арналған алаңды тегістеуді жобалау үшін оның 1:500 масштабтағы планы дайындалады. Панда алаң қабырғаларын, жергілікті жердегі 20 м-ге сәйкес, 4 см-ге тең квадрат торларға бөледі (86-сурет).

Алаңды тегістеу жұмыстарын жобалау төмендегідей ретпен жүргізіледі.

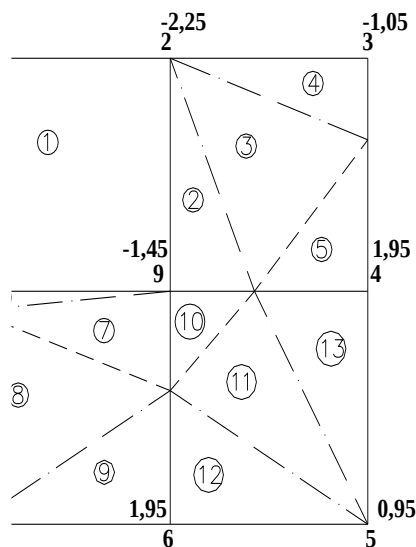
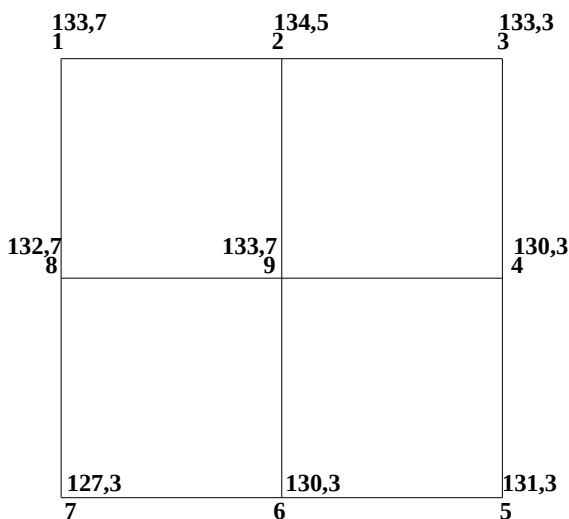
1. Горизонталь жазықтықтың жоба биіктігін есептейді

$$H_{ж} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4n},$$

мұндағы $\sum H_1$ - бір квадратқа кіретін төбелер биіктіктерінің қосындысы; $\sum H_2$, $\sum H_3$, және $\sum H_4$, - екі, үш және төрт квадраттарға ортақ төбелердің биіктіктерінің қосындысы; n - алаңдағы квадраттар саны.

а

б



86-сурет. Квадраттар схемасы (а) және жер жұмыстарының картограммасы (б)

86-суретте келтірілген алаңдағы квадраттар төбелерінің қосындысы келесі формулалармен есептелінеді:

$$\Sigma H_1 = H_1 + H_3 + H_5 + H_7 ;$$

$$\Sigma H_2 = H_2 + H_4 + H_6 + H_8 ;$$

$$\Sigma H_3 = 0 ;$$

$$\Sigma H_4 = H_9 ,$$

мұндағы $H_1, H_2, \dots, H_9$ - квадраттар төбелерінің биіктіктері.

2. Есептелген жоба биіктігін және квадраттардың төбелерінің нақтылы биіктіктерін H_i пайдаланып, квадраттардың барлық төбелерінің жұмыс биіктіктерін h_i есептейді

$$h_i = H_{\text{ж}} - H_i.$$

Жұмыс биіктіктерінің мәндері картограммадағы (-сурет) квадраттардың тиісті төбелеріне жазылады.

3. Жобалық жазықтықтың жердің топографиялық бетімен қиылысатын сызығы, яғни нөлдік жұмыстардың орнын анықтайды. Ол үшін алдын ала нөлдік жұмыстардың нүктелері анықталатын квадраттардың қарама-қарсы таңбалы төбелерді қосатын қабырғаларды анықтайды да, келесі формуламен сол қабырғадағы нөлдік жұмыстың орнын есептейді

$$x = d \frac{|h_1|}{|h_1| + |h_2|} ,$$

мұндағы d -квадрат қабырғасының ұзындығы, м; h_1, h_2 -квадрат қабырғасының екі басындағы биіктіктерінің мәні, м.

Қатар тұрған нөлдік жұмыстардың нүктелерін өзара қосып, алаңдағы нөлдік жұмыстардың контурын анықтайды.

4. Тегістеу жұмыстарындағы қазу, толтыру жұмыстарының көлемдері бөлек есептеледі. Нөлдік жұмыстардың контуры өтпейтін квадраттарындағы тегістеу жұмыстарының көлемі мына формуламен есептеледі

$$V = \frac{d^2}{4} \sum_1^4 h_i.$$

Нөлдік жұмыстардың контуры өтетін квадраттар қарапайым геометриялық фигураларға, көбінесе үшбұрыштарға бөлінеді.

Тегістеу жұмыстарының көлемі келесі формуламен есептелінеді

$$V = \frac{S}{3} \sum_1^3 h_i,$$

мұндағы S-үшбұрыштың ауданы.

Тегістеу кезіндегі жер бетін қазу және толтыру жұмыстарының есептелген көлемін арнайы 23-кестеге жазады.

23- кесте

Фигура- ның №	Фигураның ауданы,м ²	Орташа жұмыс биіктігі	Тегістеу жұмыстары	
			Толтыру +	Қазу -
1				
2				
3				
·				
n				
Сомасы	Σ		Σ	Σ

Тегістеу жұмыстары біткеннен кейін алаңның горизонтальдығы тексеріледі. Ол үшін алаңның ортасына нивелирді орнатып, жұмысқа дайындайды да, алаңның әр жеріне қойылған рейкалардан есептеу алады. Есептеулердің айырмашылығы 0,1 – 0,2 м-ден аспауы керек.

8.3. Бұрғылау ұңғымасының кеңістіктегі өсінің орнын анықтау

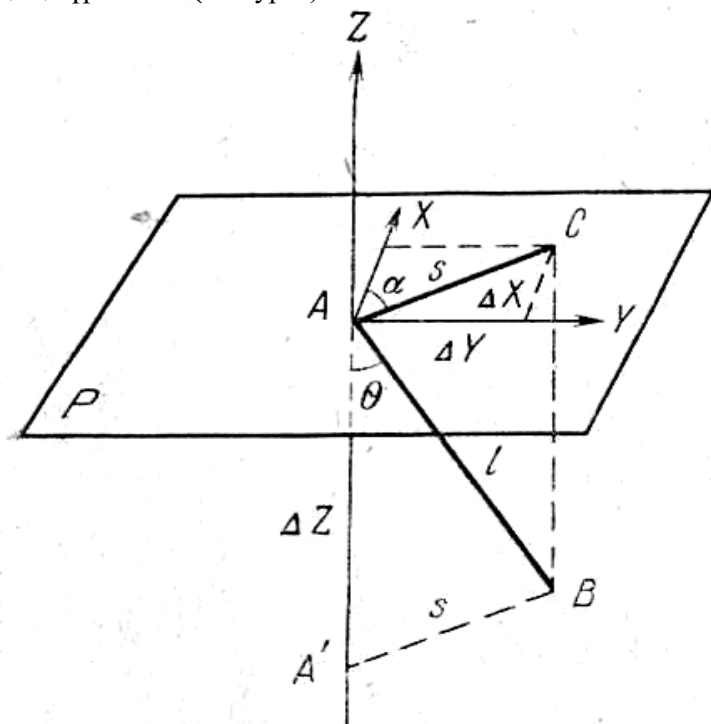
Барлау және мұнай мен газды өндіру ұңғымалары вертикаль, еңкіш және горизонталь болып жобаланады. Еңкіш және горизонталь ұңғымаларға бағыт және вертикальдан ауытқу бұрыштары беріледі. Еңкіш және горизонталь ұңғымалар жер қойнауындағы белгіленген нүктеге дейінгі жерге жетуді көздейді, сол кезде оның жер бетіндегі проекциясы ұңғыма сағасынан біршама өзгеше болады. Ұңғыма берілген бағытынан едәуір ауытқыған және ол туралы мәліметтер болмаған жағдайда мұнай шоғыры туралы, оның жату жағдайы және игерудің мүмкін әдістеріне байланысты геологиялық тұжырымдар мен қорытындыларда дөрекі қателіктер болуы мүмкін. Осыған байланысты ұңғыма оқпанының кеңістіктегі өсінің орнын білу қажет.

Геологиялық және технологиялық сипаттағы себептерге байланысты ұңғымалар жобадағы белгіленген бағытынан, яғни вертикаль ұңғыма вертикальдан ауытқиды, ал еңкіш және горизонталь бұрыш жобадағы бағытынан өзгеше болады.

Ұңғыманың белгіленген бағытынан ауытқуын ұңғыманың қисаюы дейді. Ұңғыманы бұрғылау барысында оның кеңістіктегі өсінің жобадағы белгіленген орнын дүркін-дүркін тексеріп отырады.

Ұңғыма оқпанының кеңістіктегі орны қандай да бір тереңдікте L екі элементпен анықталады:

- AB ұңғыма оқпанының AA' вертикальдан Θ бұрышына ауытқуы;
- ұңғыма өсінің $\ell = AB$ горизонталь проекциясы элементінің AC дирекциондық бұрышы α (87-сурет).



87-сурет. Ұңғыма өсіндегі B нүктесінің кеңістіктік координаталарын анықтау

Дирекциондық бұрыштың орнына көбінесе сол ұзындық элементтің тікелей өлшенген магниттік азимуты қолданылады. Осы аспапты ұңғымаға түсіріп, белгіленген тереңдікте қисаю элементтерін Θ және α инклинометр аспабымен өлшейді, яғни осы мәліметтер арқылы ұңғыма оқпанының кеңістіктегі өсінің орнын анықтайды. Инклинометриялық өлшеулер нәтижелерін математикалық және графикалық өңдеуден ұңғыма оқпанының, ұңғыманың планы немесе инклинограмма деп аталатын P горизонталь жазықтығындағы орнын (екі проекциядағы орнын) алады.

Ұңғыманың планы мен профилін құру үшін ұңғыма оқпанының бойлық тереңдігін және оның вертикаль тереңдігін қосымша білу қажет. Осы

шамалардың айырымы ұңғыма оқпанының ұзаруы болады, енді сол шама бойынша үңгібеттің жобадағы тереңдіктен қаншалықты жылжығанын білу қиын емес.

А нүктесі ұңғыманың сағасы болсын делік. Сонда ұңғыма оқпанының кеңістіктегі орны, яғни ұңғыманың сағасының А бір ℓ қашықтықтағы орны мына формулалармен анықталады:

$$\begin{aligned}X_B &= X_A + \Delta X; \\Y_B &= Y_A + \Delta Y; \\Z_B &= Z_A - \Delta Z.\end{aligned}$$

мұндағы X_A , Y_A — ұңғыма сағасының координаталары; Z_A — ұңғыма сағасының абсолют биіктігі.

92-суретке сәйкес координаталар өсімшелері мына формулалардан табылады

$$\begin{aligned}\Delta x &= s \cos \alpha; \\ \Delta y &= s \sin \alpha; \\ \Delta z &= \ell \cos \theta,\end{aligned}$$

мұндағы s - ұңғыма оқпанының ℓ аралығының горизонталь проекциясы; α -оның дирекциондық бұрышы.

$A'AB$ үшбұрышынан

$$s = \ell \cos(90^\circ - \theta) = \ell \sin \theta.$$

Енді осыны есепке алсақ, онда (174) теңдігін мына түрде жазуға болады

$$\begin{aligned}\Delta x &= \ell \sin \theta \cos \alpha; \\ \Delta y &= \ell \sin \theta \sin \alpha; \\ \Delta z &= \ell \cos \theta.\end{aligned}\tag{31}$$

Ұңғыма оқпанының ℓ аралығындағы ұзаруы $\Delta \ell$ ұңғыманың қисықтығына түзету деп аталып, былайша анықталады:

$$\Delta \ell = 2 \ell \sin^2 \theta / 2$$

$\Delta \ell$ шамасын біле отырып, ұңғыманың вертикаль бойынша кез келген К нүктесінің тереңдігін, егер оның оқпаи бойынша әрбір ℓ

аралығындағы қисаю элементтерінің К өлшеулері жүргізілген болса, онда есептеп шығаруға болады

$$\Delta Z_k = L_k - \Delta L_k, \quad (32)$$

мұндағы — ізделініп отырған тереңдік; L_k — К нүктесіне дейінгі ұңғыма оқпаны бойынша әрбір ℓ аралығында өлшенген тереңдік.

Түзетулердің жиынтығы мына формуламен есептеліп шығарылуы мүмкін

$$\Delta L_K = \sum_1^k \Delta L_i \quad (33)$$

мұндағы i — элементтер аралығын өлшеудің реттік нөмірі; k — өлшеу аралығының саны.

Әрбір ℓ_i аралықта Θ_i және α_i элементтерін өлшейтін болғандықтан, анықталатын К нүктесінің координаталар өсімшелері ұңғыманың сағасынан санағанда әрбір аралықтың ең соңғы нүктесінің Δx және Δy координаталар өсімшелерінің жиынтығына тең болады

$$\Delta x_k = \sum_1^k \Delta x_i ;$$

$$\Delta y_k = \sum_1^k \Delta y_i .$$

Осылайша қисаю элементтері өлшенілген ұңғыма оқпанының К нүктесінің кеңістіктегі координаталары мына формулалармен есептеп шығарылады

$$x_k = x_A + \sum_1^k \Delta x_i ;$$

$$y_k = y_A + \sum_1^k \Delta y_i ;$$

$$z_k = z_A - \Delta z_k . \quad (34)$$

(31), (32) және (33) формулаларын есепке алып, (34) тендеуін мына түрде жазуға болады

$$x_k = x_A + \sum_1^k l_i \sin \theta_i \cos \alpha_i ;$$

$$y_k = y_A + \sum_1^k l_i \sin \theta_i \sin \alpha_i ;$$

$$z_k = z_A - (L_k - \sum_1^k \Delta l_i).$$

Ұңғыманың қисаюын өлшеу үшін инклинометрлер кең түрде қолданылады, олар магнитсіз айналмалы рамкалы болады, бір түсіргенде ұңғыманың берілген нүктелерінде ұңғыма оқпанының вертикальдан ауытқу бұрышын және қисаюдың магниттік азимутын бірнеше рет анықтауға мүмкіндік береді. Осы аспаптарда қисаюдың магниттік азимуты буссольдің көмегімен ұңғыма оқпанының вертикальдан ауытқу бұрышы қисаю жазықтығында тіктеуіш арқылы анықталады. Аспаптың көрсетулері жер бетіне кабель арқылы жеткізіледі.

8.4. Ұңғыма сағасының пландық координаталарын анықтау

. Ұңғыма сағасының пландық координаталарын геодезиялық тірек пункттерінен тура геодезиялық қиылыстыру тәсілімен анықтауға болады.

Координаталары белгілі А (х, у) және В (х, у) нүктелеріне сүйеніп, С ұңғымасының пландық координаталарын анықтау керек болсын (88-сурет).

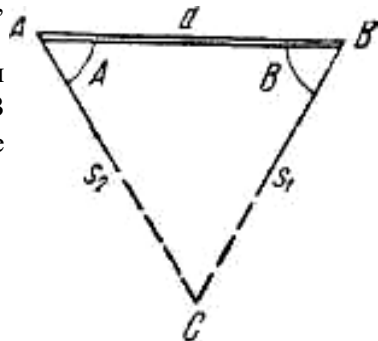
Осы жұмыс былайша орындалады:

1. Теодолитті А пунктіне орнатып $\angle BAC$ бұрышын, В пунктіне орнатып $\angle ABC$ бұрышын өлшенеді.

2. А және В пункттерінің белгілі координаталарын X_A , Y_A және X_B , Y_B пайдаланылып, АВ қабырғасының дирекциондық бұрышын α_{AB} және горизонталь ұзындығын d анықтайды

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \frac{\Delta y}{\Delta x},$$

$$d = \frac{\Delta x}{\cos \alpha_{AB}} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha_{AB}}.$$



88-сурет. Тура

3. Синустар теоремасын пайдаланып АС және ВС қабырғаларының ұзындықтары l_{AC} және l_{BC} анықталады

$$\ell_{AC} = \frac{d}{\sin(A+B)} \cdot \sin B \quad \ell_{BC} = \frac{d}{\sin(A+B)} \cdot \sin A$$

4. АС және ВС қабырғаларының дирекциондық бұрыштары α_{AC} , α_{BC} анықталады

$$\alpha_{AC} = \alpha_{AB} + \angle A, \quad \alpha_{BC} = \alpha_{BA} - \angle B.$$

5. Координаталар өсімшелері Δx_{AC} , Δy_{AC} және Δx_{BC} , Δy_{BC} есептелінеді

$$\begin{aligned} \Delta x_{AC} &= l_{AC} \cdot \cos \alpha_{AC}, & \Delta y_{AC} &= l_{AC} \cdot \sin \alpha_{AC}, \\ \Delta x_{BC} &= l_{BC} \cdot \cos \alpha_{BC}, & \Delta y_{BC} &= l_{BC} \cdot \sin \alpha_{BC}. \end{aligned}$$

6. С ұңғымасының координаталары мына формулалардан екі рет анықталады

$$x_C = x_A + \Delta x_{AC} = x_B + \Delta x_{BC}, \quad y_C = y_A + \Delta y_{AC} = y_B + \Delta y_{BC}.$$

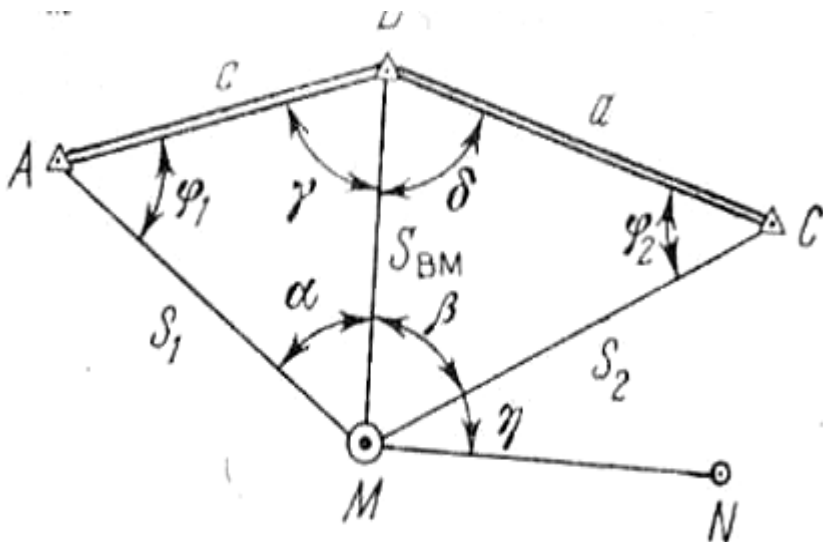
8.5. Кері геодезиялық қиылыстырумен ұңғыма сағасының орнын анықтау

Координаталары белгілі 3–4 пункттерге байланыстырып ұңғыманың координаталарын анықтауды кері геодезиялық қиылыстыру тәсілі деп атайды. Бұл тәсілдің толық шешуін француз математигі Лорано Потенот ұсынған. Сондықтан оны Потенот есебі деп атайды. Негізінде ұңғыманың координаталары 3 пункттің координаталары арқылы анықталады. 4 пункт есептің нәтижесін тексеруге қажет (4 пункт ұңғыманың координаталарын кері қиылысу тәсілімен 2 рет есепттеуге мүмкіндік береді).

Кері геодезиялық қиылыстыру тәсілінің схемасы 89-суретте көрсетілген:

1. М ұңғымасының үстіне теодолитті орнатып, координаталры белгілі 3 пунктке А, В, С (3-4) көздеп, α , β бұрыштарын өлшейді.

2. А, В, С пункттерінің белгілі координаталары (А (x_A , y_A), В (x_B , y_B), және С (x_C , y_C)) пайдаланып АВ және ВС қабырғаларының дирекциондық бұрыштарын және горизонталь қашықтықтарын анықтайды



89-сурет. Кері геодезиялық қиылыстыру

$$c = \frac{y_B - y_A}{\sin r_{AB}} = \frac{x_B - x_A}{\cos r_{AB}}, \quad d = \frac{y_C - y_B}{\sin r_{BC}} = \frac{x_C - x_B}{\cos r_{BC}}.$$

1. $\angle ABC$ бұрышының мәнін анықтайды

$$\angle ABC = \gamma + \delta = \alpha_{BA} - \alpha_{BC}.$$

4. А және В пункттеріндегі φ_1 және φ_2 бұрыштарының мәндері есептеледі.

Ол үшін:

а) φ_1 және φ_2 бұрыштарының сомасын анықтайды

$$\varphi_1 + \varphi_2 = 360^\circ - (\gamma + \delta) - (\alpha + \beta);$$

б) φ_1 және φ_2 бұрыштарының айырмасын анықтайды Ол үшін АВМ және СМВ үшбұрыштарынан теңдеу құрамы

$$\frac{a \sin \alpha}{c \sin \beta} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2}$$

$\frac{a \sin \alpha}{c \sin \beta} = \operatorname{ctg} \theta$ деп белгілеп, көмекші бұрыш θ мәнін анықтайды.

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \operatorname{tg} \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \operatorname{ctg}(45^\circ + \theta) \quad \text{формуласынан} \quad \varphi_1 - \varphi_2/2$$

жартылай мәнін анықтайды.

в) φ_1 және φ_2 бұрыштарының сомасының және айырымының анықталған жартысы арқылы олардың мәндерін анықтайды

$$\varphi_1 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}, \quad \varphi_2 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} - \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}.$$

φ_1 және φ_2 бұрыштарының мәндерінің дұрыстығы

$$\frac{a \sin \alpha}{c \sin \beta} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2}$$

формуласымен тексеріледі.

5. АВМ және СМВ үшбұрыштарынан γ и δ бұрыштарының мәндері анықталады

$$\gamma = 180^\circ - \varphi_1 - \alpha;$$

$$\delta = 180^\circ - \varphi_2 - \beta.$$

Тексеруі $\gamma + \delta = \angle ABC$.

6. АМ, СМ қабырғаларының дирекциондық бұрыштары және горизонталь ұзындықтары S_1 , S_2 , S_{BM} анықталады

$$\alpha_{AM} = \alpha_{AB} + \varphi_1; \quad \alpha_{CM} = \alpha_{CB} - \varphi_2;$$

$$S_1 = \frac{c \sin \gamma}{\sin \alpha}, \quad S_2 = \frac{a \sin \delta}{\sin \beta}, \quad S_{BM} = \frac{c \sin \varphi_1}{\sin \alpha} = \frac{f \sin \varphi_2}{\sin \beta}$$

7. М ұңғымасының координаталарының өсімшесі есептеледі:

А пункті арқылы

$$\Delta x_{AM} = S_1 \cos \alpha_{AM};$$

$$\Delta y_{AM} = S_1 \sin \alpha_{AM}.$$

С пункті арқылы

$$\Delta x_{CM} = S_2 \cos \alpha_{CM};$$

$$\Delta y_{CM} = S_2 \sin \alpha_{CM}.$$

8. М ұңғымасының координаталары есептеледі:

А пункті арқылы

$$x_M = x_A + \Delta x_{AM};$$

$$y_M = y_A + \Delta y_{AM}.$$

С пункті арқылы

$$x_M = x_C + \Delta x_{CM};$$

$$y_M = y_C + \Delta y_{CM}.$$

Екі рет анықталған М ұңғымасының координаталары есептеудің нәтижесінің тексеруі.

Ұңғыманың координаталарын есептгенен кейін, масштабын анықтап, планын құрып, онда тірек пункттерін және ұңғыманы көрсетуге болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Ассур В.Л., Филатов А.М. Практикум по геодезии.–М.: Недра, 1985.–358 с.
2. Гришичева Р.М. Основы геодезии. –М.: Недра, 1980.-197 с.
3. Қалыбеков Т. Геодезия мен топография негіздері. Алматы. «Ана тілі», 1993.- 184 б.
4. Қалыбеков Т., Қасенов Б.С.Инженерлік геодезия» пәнінің лабораториялық сабақтарына әдістемелік нұсқаулар Алматы, ҚБТУ, 2004.-27 с.
5. Мейірбеков Е.Д., Құлтаев М.С., Алдияров Ж.Ә. Геодезия бойынша лабораториялық практикум. Шымкент: ОҚМУ, 2008.-161 б.
- 6.Мейірбеков Е.Д., Құлтаев М.С. Нивелир және онымен жұмыс істеу. Шымкент, 2001.
7. Моргунов Н.Ф., Родионов В.И. Задачник по геодезии. Москва. «Недра», 1979.-222 с.
8. Нұрпейсова М.Б. Геодезия. –Алматы: Эверо, 2005.-276 б.
9. Лабораторный практикум по геодезии. –М.: Недра, 1990. -334 с.
10. Панкин И.А., Седун А.В. Практические работы по геодезии. -М.:Недра, 1978.-213 с.
11. Поклад Г.Г. Геодезия.-М.: Недра, 1987. –305 с.
- 12.Хейфец Б.С., Данилевич Б.Б. Практикум по инженерной геодезии. –М.: Недра, 1973.-320 с.
13. Хренов Л.С. Практикум по геодезии. -М.:Недра, 1989. -285 с.

МАЗМҰНЫ

	Алғы сөз.....	
1.	ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӨЛШЕУЛЕР МЕН ЕСЕПТЕУЛЕР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР	
1.1.	Зертханалық және есептік-сызба жұмыстары	
1.2.	Есептеулер туралы жалпы мәліметтер.....	
2.	ТОПОГРАФИЯЛЫҚ КАРТАЛАРМЕН ЖӘНЕ ПЛАНДАРМЕН ЖҰМЫС ІСТЕУ	
2.1.	Масштабтар.....	
2.2.	Топографиялық карталар мен пландардың шартты белгілері....	
2.3.	Топографиялық карталар мен пландар бойынша шешу.....	
2.4.	Топографиялық карталар мен пландар бойынша анықтау.....	ау
3.	ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БҰРЫШТЫҚ ӨЛШЕУЛЕР.....	
3.1.	Теодолиттердің жіктелуі.....	
3.2.	Теодолиттердің негізгі бөліктері.....	
3.3.	Дәл және техникалық теодолиттердің құрылысы.....	
3.4.	Теодолиттерді тексеру мен жөндеу.....	
3.5.	Бұрыштарды өлшеу үшін теодолитті жұмыс келтіру.....	ж
3.6.	Горизонталь бұрыштарды өлшеу.....	
3.7.	Вертикаль бұрыштарды өлшеу.....	
3.8.	Магниттік азимутты өлшеу.....	
4.	АРА ҚАШЫҚТЫҚТЫ ӨЛШЕУ.....	
4.1.	Өлшеуіш аспаптары.....	
4.2.	Ара қашықтықты өлшеуіш аспаптарымен өлшеу.....	
4.3.	Ара қашықтықты жіпті қашықтық өлшеуішпен анықтау.....	
4.4.	Қол жетпейтін ара қашықтықтарды анықтау.....	
5.	БИКАЙРЫМДАРДЫ ӨЛШЕУ.....	
5.1.	Нивелирлердің және нивелирлік рейкалардың жіктелуі.....	
5.2.	Нивелирлердің геометриялық схемасы.....	
5.3.	Нивелирлердің және нивелирлік рейкалардың құрылысы.....	

5.4.	Нивелирлердің және нивелирлік рейкалардың тексерулері мен жолдары.....
5.5.	Биікайрымдарды өлшеу үшін нивелирді жұмысқа келтіру.....
5.6.	Геометриялық нивелирлеу тәсілдері.....
5.7.	Техникалық нивелирлеу.....
5.8.	Техникалық нивелирлеу нәтижелерін өңдеу.....
5.9.	Профильді салу.....
6.	ТОПОГРАФИЯЛЫҚ ТҮСІРІСТЕРДІ ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ПЛАНЫН ҚҰРУ
6.1.	Теодолиттік түсіріс.....
6.2.	Теодолиттік түсіріс кезіндегі дайындық жұмыстары.....
6.3.	Теодолиттік түсіріс кезіндегі далалық жұмыстар.....
6.4.	Теодолиттік түсірістегі далалық өлшеулердің нәтижелерін өңдеу
6.5.	Теодолиттік түсірістің материалдарын графикалық өңдеу
6.6.	Тахеометриялық түсірісті жүргізу және нәтижелерін камералдық өңдеу
6.7.	Өнеркәсіп алаңын нивелирлеу нәтижелері бойынша топографиялық картаны құру.
7.	ӨНЕРКӘСІП АЛАҢЫНДАҒЫ ҚҰРЫЛЫС КЕЗІНДЕ ШЫҒАРЫЛАТЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕР
7.1.	Құрылыс алаңын дайындау кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер
7.2.	Үйлер мен ғимараттардың жер асты бөлігінің құрылысы кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер
7.3.	Үйлер мен ғимараттардың жер үсті бөлігінің құрылысы кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер
8	ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БАРЛАУ КЕЗІНДЕГІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫС
8.1.	Ұңғыманың жобадағы орнын жер бетіне шығару
8.2.	Бұрғылау қондырғысы алаңын вертикаль тегістеу
8.3.	Бұрғылау ұңғымасының кеңістіктегі өсінің орнын анықтау
8.4	Ұңғыма сағасының пландық координаталарын анықтау
8.5.	Кері геодезиялық қиылыстырумен ұңғыма сағасының орнын анықтау
	Пайдаланылған әдебиеттер.....

Оқулық басылым

Қалыбеков Тұрсын
Мейірбеков Ерлан Досмаханұлы

ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ПРАКТИКУМ

Редактор