

КӘСІПТІК БІЛІМ

Т. Қалыбеков, Е. Мейірбеков

Геодезиялық практикум

Оқу құралы

FOIANT
БАСПАСЫ

Астана-2014

УДК
ББК
Қ

Пікір жазғандар:

Байгурин Ж.Д. – *техника ғылымдарының докторы, профессор;*

Нұрпейісова М.Б. – *техника ғылымдарының докторы, профессор;*

Рысбеков Қ.Б. – *техника ғылымдарының кандидаты, доцент*

Қ

Қалыбеков Т., Мейірбеков Е.Д.

Геодезиялық практикум: Оқу құралы. – Астана: Фолиант, 2014. – 168 бет.

ISBN

Оқу құралында геодезия пәнінің зертханалық жұмыстары туралы негізгі мәліметтер және оларды орындауға арналған жалпы нұсқаулар берілген. Кітапта топографиялық карталармен және пландармен жұмыс істеу, бұрыштарды, арақашықтықтарды, 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.

УДК
ББК

ISBN

© Қалыбеков Т., Мейірбеков Е.Д. 2014

© «Фолиант» баспасы, 2014

Мазмұны

АЛҒЫ СӨЗ.....	5
1-тарау. ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТТЕР	6
1.1. Зертханалық және есептік-сызба жұмыстары.....	6
1.2. Есептеулер туралы жалпы мәліметтер.....	7
2-тарау. ТОПОГРАФИЯЛЫҚ КАРТАЛАРМЕН ЖӘНЕ ПЛАНДАРМЕН ЖҰМЫС ІСТЕУ.....	10
2.1. Масштабтар.....	10
2.2. Топографиялық карталар мен пландардың шартты белгілері.....	14
2.3. Топографиялық карталар мен пландар бойынша есептерді шешу.....	15
2.4. Топографиялық карталар мен пландар бойынша аудандарды анықтау.....	26
3-тарау. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БҰРЫШТЫҚ ӨЛШЕУЛЕР.....	38
3.1. Теодолиттердің жіктелуі.....	38
3.2. Теодолиттердің негізгі бөліктері.....	40
3.3. Дәл және техникалық теодолиттердің құрылысы.....	42
3.4. Теодолиттерді тексеру мен жөндеу.....	48
3.5. Бұрыштарды өлшеу үшін теодолитті жұмыс жағдайына келтіру.....	53
3.6. Горизонталь бұрыштарды өлшеу.....	54
3.7. Вертикаль бұрыштарды өлшеу.....	55
3.8. Магниттік азимутты өлшеу.....	59
4-тарау. АРАҚАШЫҚТЫҚ ӨЛШЕУ.....	60
4.1. Өлшеуіш аспаптары.....	60
4.2. Арақашықтық өлшеуіш аспаптарымен өлшеу.....	62
4.3. Арақашықтық жіпті қашықтық өлшеуішпен анықтау.....	63
4.4. Қол жетпейтін арақашықтықтарды анықтау.....	65
5-тарау. БИКАЙЫРЫМДАРДЫ АНЫҚТАУ.....	67
5.1. Нивелирлердің және нивелирлік рейкалардың жіктелуі.....	67
5.2. Нивелирдің геометриялық схемасы.....	70
5.3. Нивелирлердің және нивелирлік рейкалардың құрылысы.....	70
5.4. Нивелирлердің және нивелирлік рейкалардың тексерулері мен жөндеулері.....	74

5.5. Биікайырымдарды өлшеу үшін нивелирді жұмыс жағдайына келтіру.....	78
5.6. Геометриялық нивелирлеу тәсілдері.....	79
5.7. Техникалық нивелирлеу.....	81
5.8. Техникалық нивелирлеу нәтижелерін есептеп өңдеу.....	82
5.9. Профильді салу.....	92
6-тарау. ТОПОГРАФИЯЛЫҚ ТҮСІРІСТІҢ ПЛАНЫН ҚҰРУ.....	97
6.1. Теодолиттік түсіріс.....	97
6.2. Теодолиттік түсіріс кезіндегі дайындық жұмыстары.....	98
6.3. Теодолиттік түсіріс кезіндегі далалық жұмыстар.....	98
6.4. Теодолиттік түсірістегі далалық өлшеулердің нәтижелерін өңдеу.....	105
6.5. Теодолиттік түсірістің материалдарын графикалық өңдеу.....	121
6.6. Өнеркәсіп алаңын нивелирлеу нәтижелері бойынша топографиялық планды құру.....	127
7-тарау. ӨНЕРКӘСІП АЛАҢЫНДАҒЫ ҚҰРЫЛЫС КЕЗІНДЕ ШЫҒАРЫЛАТЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕР.....	138
7.1. Құрылыс алаңын дайындау кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер.....	138
7.2. Үйлер мен ғимараттардың жерасты бөлігінің құрылысы кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер.....	143
7.3. Жайлар мен ғимараттардың жерүсті бөлігінің құрылысы кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер.....	151
8-тарау. ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БАРЛАУ КЕЗІНДЕГІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР.....	154
8.1. Ұңғыманың жобадағы орнын жер бетіне шығару.....	154
8.2. Бұрғылау қондырғысы алаңын вертикаль тегістеу.....	157
8.3. Бұрғылау ұңғымасының кеңістіктегі осінің орнын анықтау.....	160
8.4. Ұңғыма сағасының пландық координаталарын анықтау.....	162
8.5. Кері геодезиялық қиылыстырумен ұңғыма сағасының орнын анықтау.....	163
Әдебиеттер.....	166

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 әр түрлі мамандар дайындайтын колледж оқу орындарында геодезия пәнін оқып үйренудің өзгешеліктері мен ерекшеліктерін ескеруге мүмкіндік береді. Келесі тапсырманың әрқайсысын орындау, өткен сабақтағы тапсырманың материалдарын жүйелі түрде пайдалануды қажет етеді. Түсірістерді жүргізу нәтижесінде нүктелердің координаталарын есептеу ведомостары өнеркәсіп алаңындағы құрылыс учаскесінің планын жасаған кезде пайдаланылады, ал планыды ғимараттың негізгі осін жергілікті жерге шығару жобасын жасау үшін қолданады және

т.с.с. Осылайша құрастырылған тапсырма студенттердің геодезиялық жұмыстардың жалпы технологиясын ойдағыдай ұғынуына мүмкіндік тудырады.

Практикумда геодезиялық аспаптардың құрылысына, тексерулеріне және жөндеулеріне назар аударылған, мұның өзі колледжде 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.

1-тарау.

Жалпы мәліметтер

1.1. Зертханалық және есептік-сызба жұмыстары

Зертханалық және есептік-сызба жұмыстары студенттердің теориялық білімін бекітуге, оқылатын материалды практикалық жағынан тереңдетіп оқып білуге, сонымен қатар геодезиялық аспаптармен жұмыс істеу әдістері мен тәсілдерін меңгеруге 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 мәселенің 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 жазылуы қажет. Цифрларды түзетуге және оларды тазартып өшіруге, сондай-ақ цифрдың үстіне цифрды жазуға рұқсат етілмейді. Қателіктер 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, төмендегідей 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 екі 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 есептеу 31,3 м орнына, 31,300 м болып жазылуға тиіс. Немесе, егер бұрыш өлшеу аспабы тек қана толық минутты есептеуге мүмкіндік беретін болса, онда есептеу 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 жасалынатын амалдар. Есептеулерді жүргізген кез-

де 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 қажет.

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,

$$\sqrt{72,3} = 8,50; \quad \sqrt{241,31} \approx 5,53.$$

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) баска шамалардағыдан артық болса, онда

олардың мәнді цифрлары ең аз санға қарағанда бір цифрды ғана қалдыра отырып, алдын ала дөңгелектенеді.

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

2-тарау. 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 жайлар мен ғимараттардың немесе олардың құрылымдық элементтерінің кішірейтілген кескіндері. Схемалардағы контурлар мен жай-жапсарлардың кескіндерін кішірейту дәрежесін *масштаб* деп атайды. Масштаб пландағы немесе картадағы сызық ұзындығының жердегі тиісті сызықтың горизонталь проекциясы-

на 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**

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

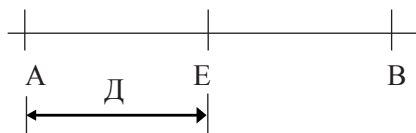
және тағы сол сияқты алынады.

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 жердің 5 м-ге сәйкес келетінін көрсетеді. Сандық масштабты біле отырып, картада жердегі өлшенген кесіндінің ұзындығын, керісінше картадағы арақашықтықты 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 арақашықтық метрде алады.

Мысалы, AB түзу сызығы (2.1-сурет) 1:500 масштабтағы планда кескінделген делік. Осында A және E нүктелерінің ара қашықтығын анықтау қажет.



2.1-сурет. Арақашықтықты анықтау

Берілген масштабта пландағы 1 см жердегі 5 м-ге сәйкес келеді. A және E нүктелеріне циркуль-өлшеуіштің аяқтарын қойып, ізделінетін кесіндінің ұзындығына тең ашасын алады. Циркуль-өлшеуішті масштабтық сызғышқа ұстап, AE кесіндісінің ұзындығын сантиметрде анықтайды. AE кесіндісінің ұзындығы 12 см-ге тең делік. Олай болса жердегі A және E нүктелері арасындағы арақашықтық $d=5 \cdot 12=60$ 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 ұзындық-

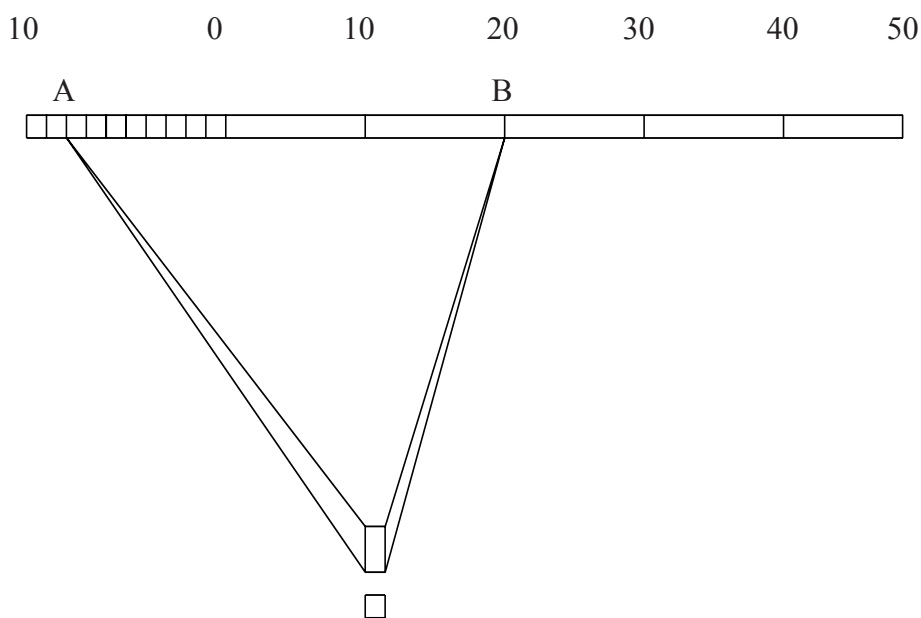
тарын әрдайым бір санға кішірейту қажет, оған сызықтық масштабты пайдаланған кезде қол жеткізуге болады. Сызықтық масштабтың негізі деп аталынатын, әрбір 1-2 см сайын тең кесінділерге бөлінген тік сызық болып саналады. Мұндағы шеткі сол жақтағы кесіндіні, әдетте, 10 тең бөлікке бөледі. Сызықтық масштабтағы 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 (2.2-сурет) 1:500 масштабта кескінделген делік.

Осы көрсетілген сызықтық масштабты пайдаланып А және В нүктелерінің арақашықтығын 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 1.2-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 1 м-ден).



2.2-сурет. *Сызықтық масштаб*

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

Көлденең масштабтың көмегімен сызықтың ұзындығын анықтау

Арақашықтықты жоғары дәлдікпен анықтау үшін көлденең масштаб-

ты 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. Мас-

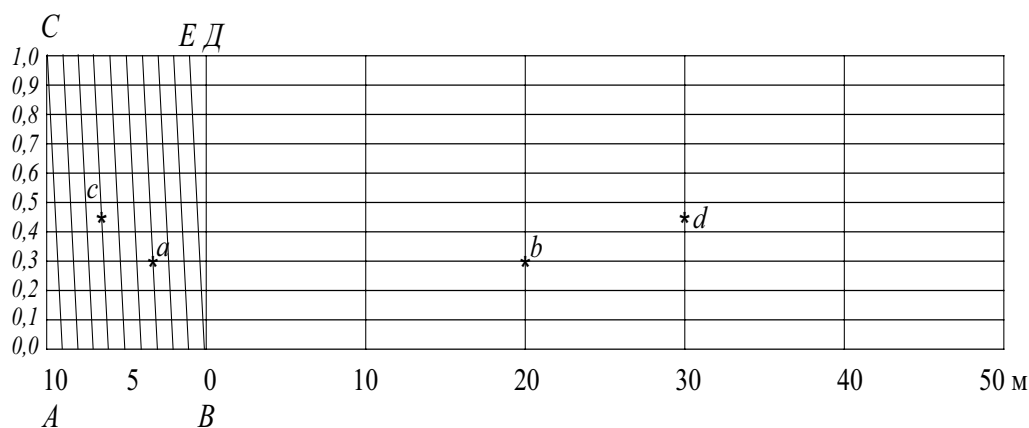
штаб негізінің шеткі сол жақтарын жоғарыдан және төменнен 10 бөлікке (2 мм-ден) бөледі. 2.3-суретте көрсетілгендей, алынған нүктелерді көлбеу түзулермен қосады. BE сызығына параллель көлбеу сызықтардың арасындағы кесінділер AB табанының оннан бір бөлігіне тең болады, яғни $ED = AB/10$, ал BD перпендикулярлары мен BE көлбеуінің арасында жатқан кесінділер масштаб табанының жүзден бір бөлігіне тең. Сірә, осы кесінділердің ең кішісі t ED кесіндісінен 10 есе кем, яғни

$$t = \frac{ED}{10} = \frac{AB}{100}$$

Осындай масштаб *нормальды жүздік көлденең масштаб* деп аталады.

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. Планағы немесе картадағы кесіндінің ұзындығын көлденең масштабтың көмегімен анықтау үшін осы кесіндіні циркуль-өлшеуіштің ашасына алады. Циркуль-өлшеуішті масштабтың нумерациясына 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. 1.3-суреттегі 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 0,05 м немесе 1:500 масштабтың дәлдігіне тең. Бұл жағдайда ара қашықтығы 1:500 масштабта 36,45 м-ге тең.



2.3-сурет. Көлденең масштаб

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: Әр түрлі 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 әр түрлі нысандарын және олардың түрлерін көрнекі көрсетеді. Түсіндірме жазбалар және цифрлы белгілеулер кескінделетін нысандардың шартты белгілерін жеке ерекшеліктері туралы мәліметтермен толықтырады.

Біркелкі нысандардың әр түрлі 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 реңдік 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 сәйкес 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 арақашықтығын анықтайды.

Өзендер, каналдар, жолдар және басқа сызықтық нысандар да масштабтан тыс шартты белгілермен кескінделеді. Осы белгілер нысанның осін, 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. Елдімекендердің, 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 арақашықтығын, 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, елдімекендер, темір жолдар, көптеген өнеркәсіптік, халық шаруашылық және әлеуметтік-мәдениет нысандары қара бояулармен боялады.

Топографиялық карталар мен пландардың шартты белгілерін Геодезия және картография 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: Әр түрлі 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 төмендегідей 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 (2.4-сурет) осы нүкте арқылы карта жиектемесінің оңтүстік қабырғасына параллель сызықты жүргізеді. Секундтарын көзбен шамалап $37''$ осы параллельден жиектеменің оңтүстік қабырғасына дейінгі арақашықтықты 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

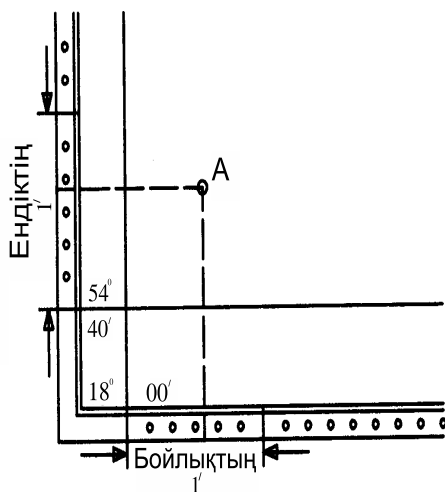
тең болғандықтан, ізделіп отырған А нүктесінің бойлығы $\lambda_A = 18^{\circ}00'32''$ -қа тең.

Тікбұрышты координаталарды анықтау

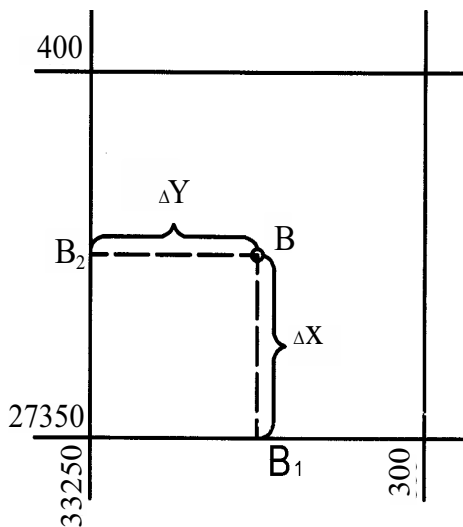
В нүктесінің (2.5-сурет) тікбұрышты координаталарын анықтау үшін километрлік тордың цифрларын пайдалана отырып, берілген нүкте орналасқан оңтүстік-батыс бұрыштың $X_0=27350$ м, $Y_0=33250$ м координаталарын табады. Содан кейін В нүктесінен квадрат қабырғаларына BB_1 және BB_2 перпендикулярларын түсіреді 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:

$$X'_e = X_0 + \Delta X = 27350 + 20,10 = 27370,10 \text{ м,}$$

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



2.4-сурет. Топографиялық картада А нүктесінің географиялық координаталарын анықтау

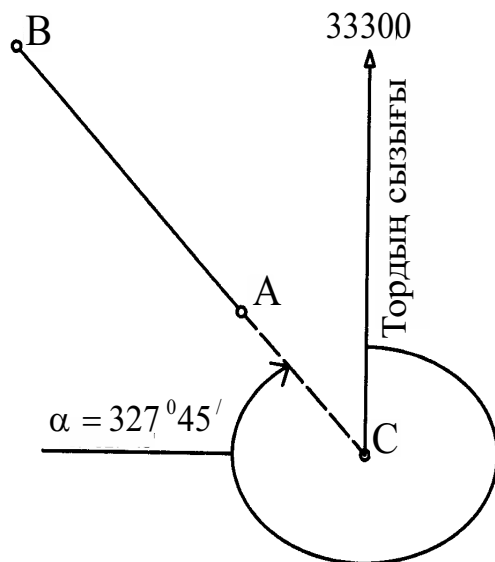


2.5-сурет. Топографиялық картада немесе планда В нүктесінің тікбұрышты координаталарын анықтау

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 (2.6-су-

рет). Қиылысқан С нүктесіне транспортірдің 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.



2.6-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:

$$A_o = \alpha \pm \gamma,$$

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 (2.7-сурет), градус.

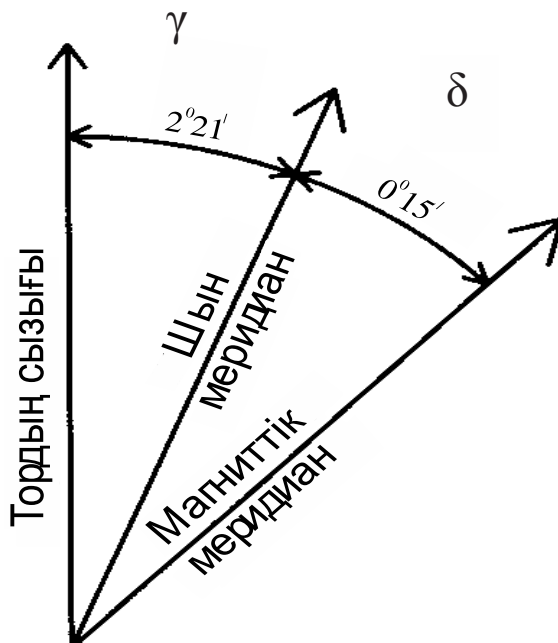
Біздің қарастырып отырған мысалымызда шын азимут $A_{ш}$ АВ сызығының дирекциондық бұрышынан $\alpha = 327^{\circ}45'$ меридиандар жақындасуының орташа мәніне $\gamma = 2^{\circ}21'$ кем болғандықтан, шын азимут мынаған тең болады

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

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 $\delta_{ш}$ – магниттік нұсқардың бұрылуы,

оның мәні картаның оңтүстік жиектемесінің астындағы (2.7-сурет) схемада көрсетілген.



2.7-сурет. Меридиандардың жақындасуы

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

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

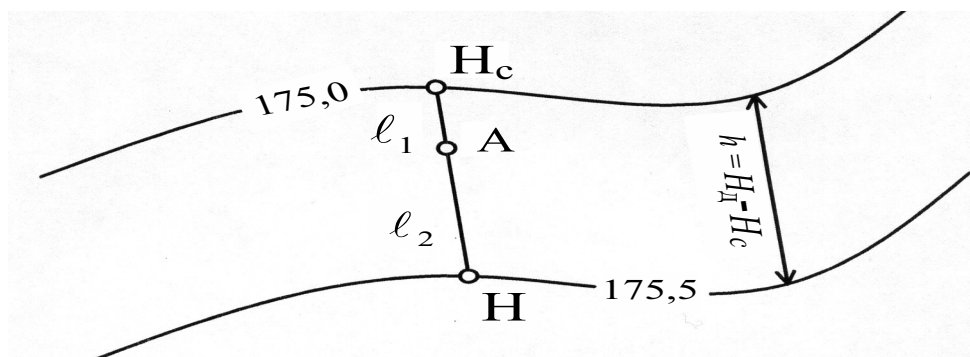
Топографиялық картада немесе планда берілген нүктенің биіктік белгісін анықтау

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. A нүктесі әр түрлі $H_c=175,00$ м және $H_o=175,50$ м (2.8-сурет) горизонтальдардың арасында орналасқан. Осы жағдайда нүктенің биіктік белгісін интерполяциялаудың бірнеше әдістері арқылы анықтайды. Бұл үшін сызғыштың көмегімен A нүктесінен ең таяу жатқан горизонтальдарға дейінгі $l_1=8$ мм және $l_2=22$ мм қашықтықтарды өлшейді. A нүктесінің H_A биіктік белгісін жердің төмендеу бағытына байланысты екі рет табуға болады:

$$H_A = H_c + (hl_1)/(l_1 + l_2) = 175,00 + (0,5 \cdot 8)/(8 + 22) = 175,13 \text{ м},$$



2.8-сурет. Горизонтальдар арасындағы нүктенің биіктік белгісін анықтау

$$H_A = H_c - (hl_2)/(l_1 + l_2) = 175,00 + (0,5 \cdot 22)/(8 + 22) = 175,13 \text{ м},$$

мұндағы H_c, H_d – горизонтальдардың биіктік белгісі, м;

l_1 және l_2 – A нүктесінен горизонтальдарға дейінгі арақашықтықтар, мм;

h – жер бедері қимасының биіктігі, м.

Егер де биіктік белгілері $H_1 = 175,00$ м және $H_2 = 175,50$ м тең көршілес го-

ризонтальдар арасында орналасқан A нүктесінің (2.9-сурет) биіктік белгісін H_A анықтау керек болса, онда A нүктесі арқылы горизонтальдарға дейінгі арақашықтықтарға нормаль сызығын жүргізіп, $l = 8$ мм және $d = 30$ мм кесінділерін өлшейміз. Сонда A нүктесінің ізделініп отырған биіктік белгісі мынадай болады:

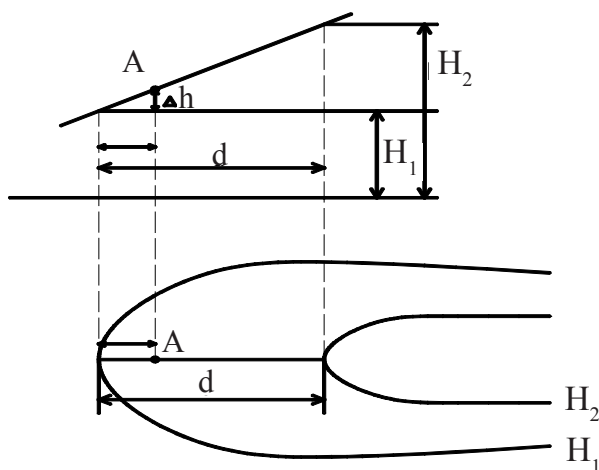
$$H_A = H_1 + \frac{l}{d}(H_2 - H_1) = 175,00 + \frac{8}{30}(175,50 - 175,00) = 175,13 \text{ м}$$

3. Нүкте тұйық горизонтальдың ішінде орналасқан. Мысалы, P нүктесі (2.10-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 ша-

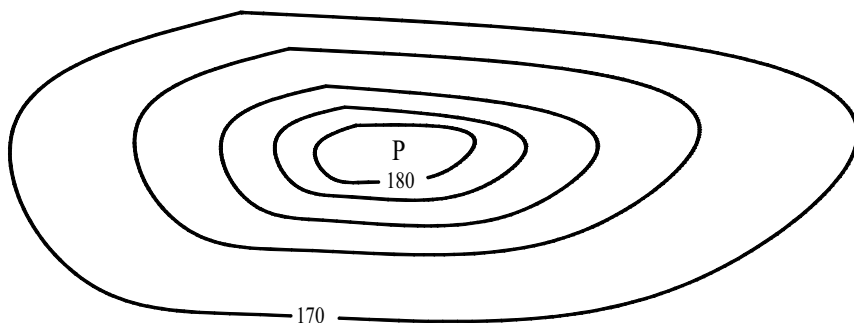
масынан кем екені белгілі. Сондықтан P нүктесінің H_p биіктік белгісі шамамен көршілес горизонтальдың биіктік белгісіне жер бедері қимасы биіктігінің жартысын қосқан кезде шығатын санға тең деп алуға болады, яғни $H_p = 181,25$ м. Егер нүкте қазан шұңқырдың түбінде орналасса, онда оның биіктік белгісі

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.



2.9-сурет. Горизонтальдар арасындағы нүктенің биіктік белгісін анықтау



2.10-сурет. Горизонталь ішіндегі нүктенің биіктік белгісін анықтау

Беткейдің құлама тіктігін және сызықтың еңістігін анықтау

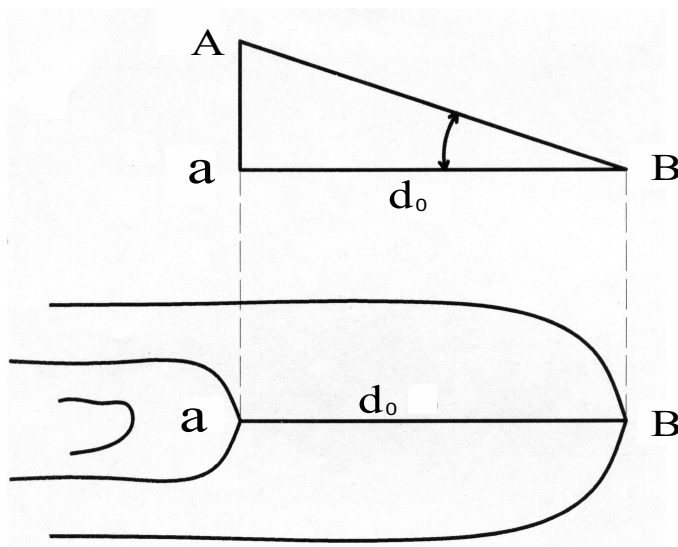
Беткейдің құлама тіктігі және сызықтың еңістігі (2.11-сурет) беткей нүктелерінің биіктік айырымы табанының қатынасына тең болады және мына формула бойынша анықталады:

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

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 көлбеулік арқылы берілуі мүмкін.



2.11-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 максималь 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 та-

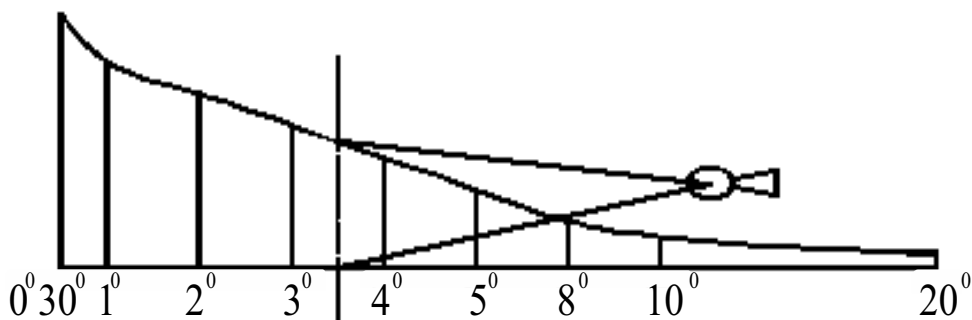
бан графигін аламыз, ал бұл беткей графигін береді (2.12-сурет).

Егер горизонталь сызығы бөліктерінің нүктелерінде көлбеу бұрыштарының орнына бұрыштардың мәндері жазылған болса және перпендикулярда тиісінше табандар салынса, онда еңістер графигі алынады (2.13-сурет).

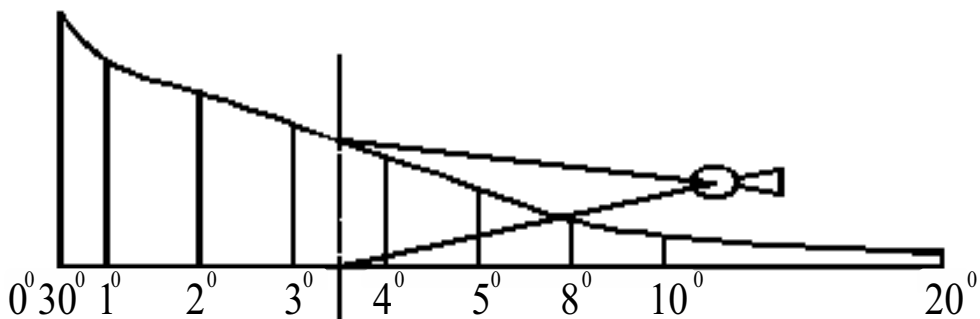
Беткейдің құлама тіктігін және көлбеулігін планнан анықтау үшін

цикуль-өлшеуішпен көршілес жатқан негізгі горизонтальдардың арақашықтығын өлшеп, оны төсеу графигіне тақап ұстап, шкаланың табанынан градус санын оқиды.

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



2.12-сурет. Беткей графигі



2.13-сурет. Еңістер графигі

Карта бойынша жердің профилін жасау

Топографиялық картада немесе планда AB 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 AB сызығын және 1,2..., 10 нүктелерді (2.14-сурет) белгілейді.

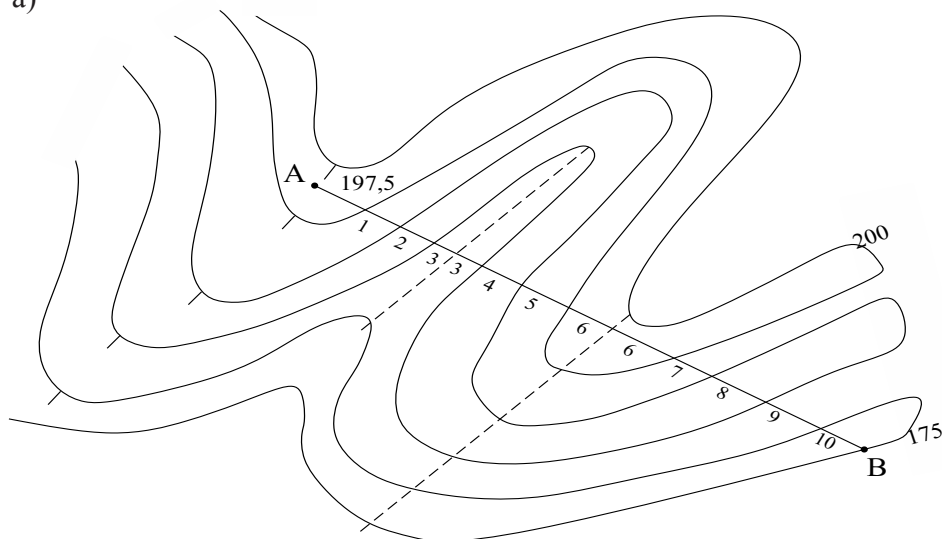
Содан соң жол-жол миллиметрлік қағаздағы «горизонталь қашықтықтар» графасына көшіріп олардың мәндерін жазады. Сонымен қатар, «биіктік белгісі» графасына профиль сызығының горизонтальдарымен қиы-

лысқан нүктелерінің биіктік белгісінің мәндері жазылып қойылады.

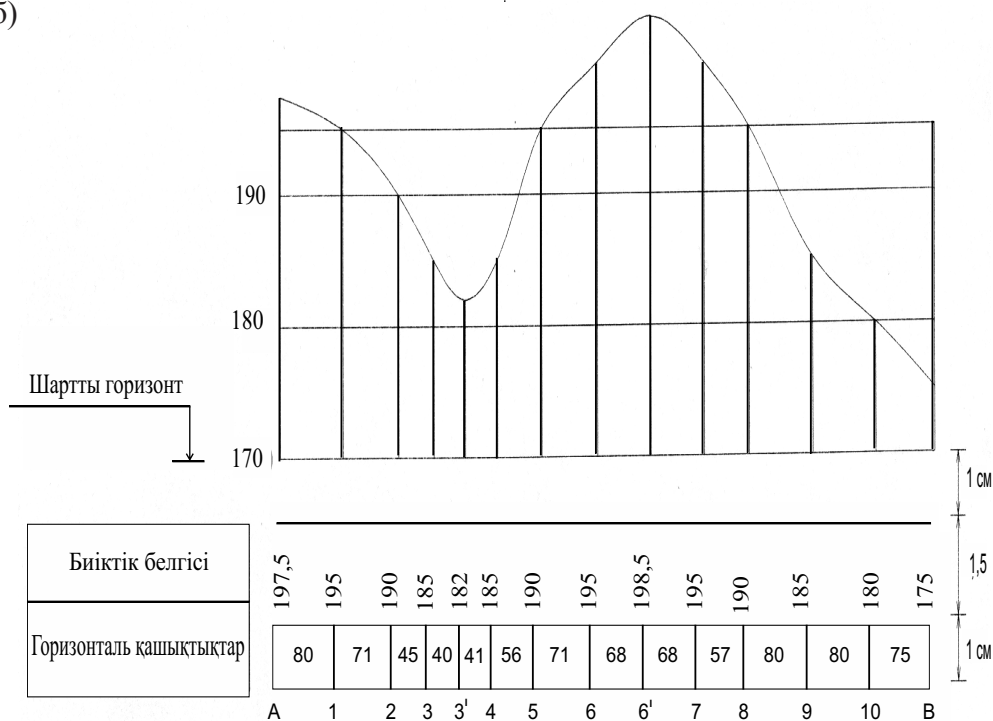
Профиль нүктелерін биіктік белгісі арқылы тұрғызу шартты горизонттың сызығынан салынады. Көрнекілік үшін профильдің вертикаль масштабы горизонталь масштабпен салыстырғанда 10 есе үлкейтіп алынады, бірақ масштабтардың қатынасы басқаша да болуы мүмкін.

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. Перпендикулярлардың ұштарын қисық сызықпен қосып, жергілікті жердің профилін кескіндейді.

а)



б)



2.14-сурет. Жергілікті жердің профилін салу

Трассаны берілген еңістікпен жобалау

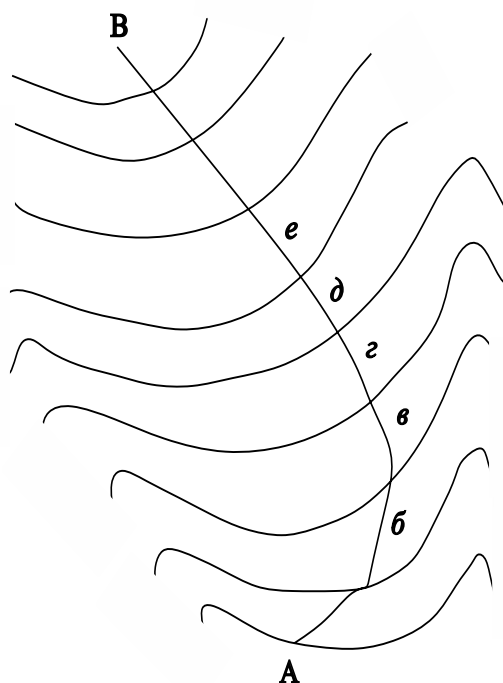
Топографиялық карталарда темір және автомобиль жолдарын, каналдарды және тағы басқа да созылықты нысандарды жобалауға тура келеді. Келешектегі жобалау құрылыстарының осындай трассасын таңдалған шектік еңістікпен белгілейді (трассаның көлбеу бұрышы берілген шамадан, мысалы, $1,5^\circ$ -тан артық болмауы тиіс).

Айталық, картада осындай келешектегі трассаны A және B нүктелерінің арасында белгілеп, оны жүргізу керек (2.15-сурет) болсын. Картадағы табан графигі бойынша берілген көлбеу бұрышқа ($1,5^\circ$) сәйкес шаманы таба-

мыз да, оны циркуль-өлшеуіштің ашасына аламыз. Берілген A нүктесінен осы циркуль-өлшеуіштің ашасымен келесі горизонтальды басып өтіп жобаланатын сызықтың b нүктесін табамыз, сонда Ab сызығының еңістігі берілген $1,5^\circ$ көлбеу бұрышқа тең болады. Одан кейін циркуль-өлшеуіштің бір ашасын табылған b нүктесінде ұстап тұрып, келесі горизонтальды белгілеп алып, c нүктесін табамыз. Сөйтіп жобаланатын сызықтың келесі bc , cd және de кесінділерін табамыз. e нүктесінен B нүктесіне дейін түзу сызық жүргізуге болады, өйткені осы учаскедегі еңістік берілген шектік еңістіктен аз болады.

Бұл берілген есепті шешу кезінде трассаның әр түрлі варианттарын табуға болатынын, солардың ішінен

техникалық-экономикалық тұрғыдан ең қолайлысы таңдап алынатынын атап айтқан жөн.



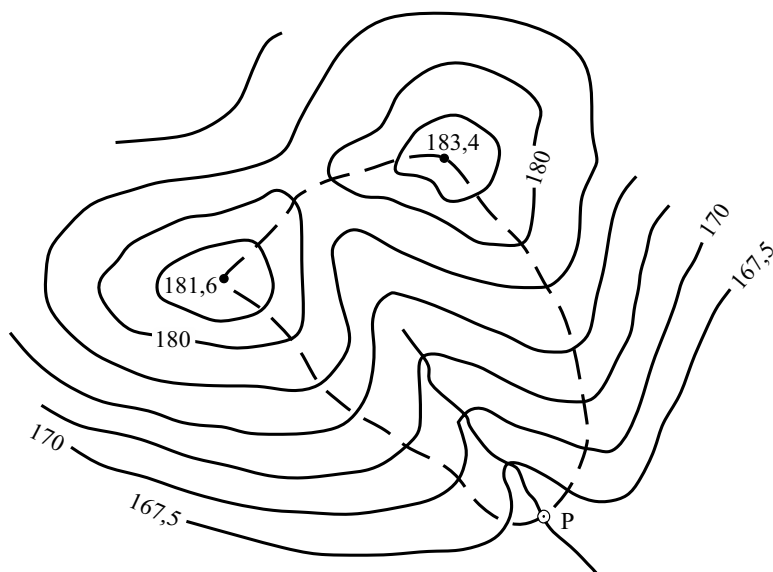
2.15-сурет. Картада трассаны белгілеу

Су жиналу ауданының шегін анықтау

Берілген суағар жармасынан (P нүктесі, 2.16-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 P нүктесінен 183,4 биіктігіне дейін су жиналу ауданының шекарасын жүргізеді.

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



2.16-сурет. Су жиналу ауданын картада анықтау

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: әр түрлі 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 гео-

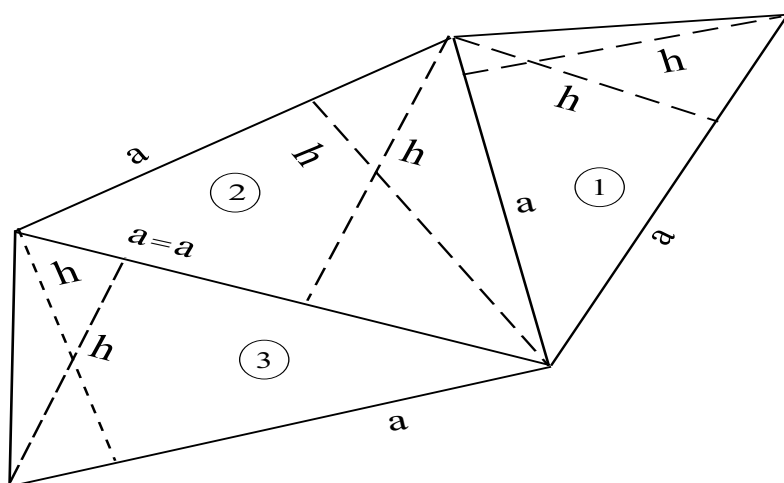
метриялық фигураларға, негізінен үшбұрыштарға бөледі (2.17-сурет), олардың ауданын мына формуламен анықтайды:

$$S = ah/2,$$

мұндағы – a үшбұрыштың табаны;
 h – үшбұрыштың биіктігі.

Өлшеулердің және есептеулердің нәтижелерін 2.1-кестеге жазады.

Әр үшбұрыштың ауданын тексеру үшін (2.1-кестеге қара) екі түрлі табандары a' және a'' және тиісті биіктіктері h' және h'' бойынша екі мәрте аудандарын S' және S'' анықтайды.



2.17-сурет. Графикалық тәсілмен ауданды анықтау

2.1-кесте

Аудандарды есептеу схемасы

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

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

- тұтас учаскені мүмкіндігінше өлшемі үлкендеу фигураларға бөлген дұрыс, сонда пландағы өлшенетін сызықтардың және осы фигу-

ралардың 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;

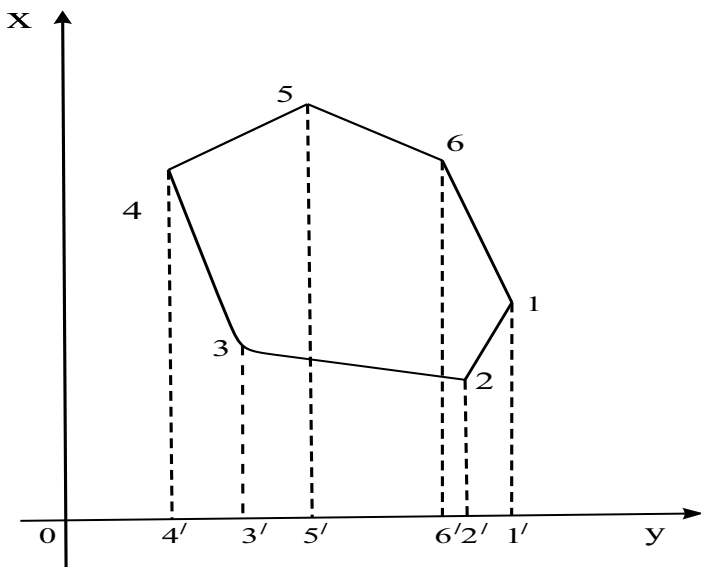
- фигуралардың аудандарын есептеп шығаратын формулаларға мүмкіндігінше жергілікті жерде тікелей өлшеулерден алынған мәліметтерді енгізген жөн;

- дөрекі қателіктерді болдырмау мақсатымен фигураның ауданын екі рет есептеп шығарып, мүмкіндігінше әр түрлі 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 (2.18-сурет)

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



2.18-сурет. Көпбұрыштың ауданын анықтау

Көпбұрыштың ұштарының 1-2-3-4-5-6 координаталарын біле отырып (2.2-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 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

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

немесе

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

Осы 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

$$2S = \sum_1^6 x_i (y_{i+1} - y_{i-1}),$$

$$2S = \sum_1^6 y_i (x_{i-1} - x_{i+1}).$$

n қабырғалы көпбұрыш үшін

$$2S = \sum_1^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}),$$

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

Алты қабырғалы көпбұрыштың ұштарының координаталары 2.2-кестенің 2- және 3- бағандарында келтірілген. 2.2-кестеде есептеу реті келтірілген.

Есептеулерді тексеру 2.2-кестенің 4- және 5-бағандарында 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- және 7- бағандарындағы көбейтінділерді 1м-ге дейін дөңгелектеуге болады.

2.2- кесте

Көпбұрыштың ұштарының координаталары бойынша учаскенің ауданын есептеу

Ұштарының реттік қатары	Координаталары, м					
	x_i	y_i	Айырымы		Көбейтіндісі	
			$y_{i+1}-y_{i-1}$	$x_{i-1}-x_{i+1}$	$x_i(y_{i+1}-y_{i-1})$	$y_i(x_{i-1}-x_{i+1})$
1	2	3	4	5	6	7
1	500,0	500,0	+3,3	-282,8	+1650	-141400
2	326,7	424,5	-229,1	-83,4	-74847	-35403
3	416,6	270,9	-236,1	+196,8	-98359	+53313
4	523,5	188,4	+48,4	+271,2	+25337	+51094
5	687,8	319,3	+232,8	+86,0	+160120	+27460
6	609,5	421,2	+180,7	-187,8	+110137	-79101
			+465,2	+554,0	+297798	+131867
			-465,2	-554,0	-173206	-255904
			0,0	0,0	124038	124037
					$S = 62019 \text{ м}^2 = 6,20 \text{ га}$	

Механикалық тәсіл

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

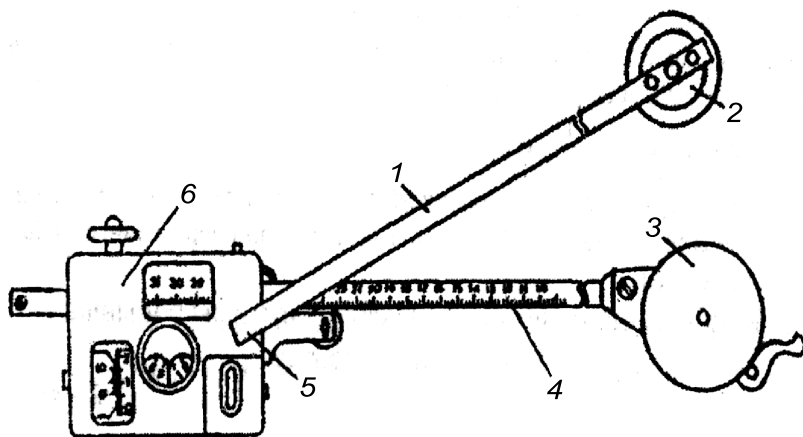
Полярлық планиметрдің құрылысы

Планиметр (2.19-сурет) екі иінтіректен (рычагтан) және күймешеден (6) тұрады. Күймеше дегеніміз – есептеу механизмін алып жүретін планиметр бөлігі. Иінтірек (1) полюстік деп аталады, оның бір шетінде жүк (2), төменгі жағында ине (полюс), ал екінші шетінде басы шар тәрізді стержень (5) болады, ол күймешедегі

(2.20-сурет) шар тәріздес саңылауға (5) қондырылады.

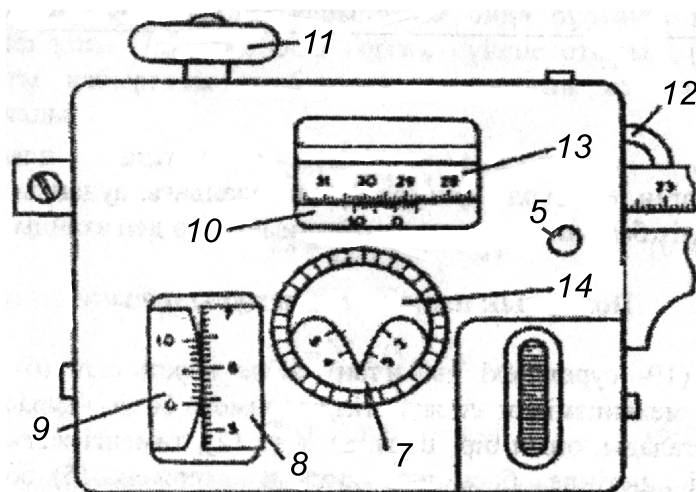
Екінші иінтірек (4) айналдырма иінтірек деп аталады. Оның бір шетіне каретка тағылған, ал екінші шетінде анықталатын ауданның контуры арқылы айналдыруға арналған ортасында дөңгелегі бар линза (3) қондырылған.

Планиметрдің иінтірегі айналдырма иінтіректе жылжи алады, ол иінтірекке бұрама (винт) арқылы бекітіледі. Күймешедің верньер (9) бар. Айналманың үстіңгі жағына бөліктер түсірілген. Есептеу механизмінің есептеу дөңгелегі (8) және есептеу дөңгелектің толық айналымын есептеуге арналған санауышы (7) бар (2.20-сурет).



2.19-сурет. Полярлық планиметр ПП-М:

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



2.20-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 оңда») 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

$$n' = (n'_1 - n'_2) \text{ және } n'' = (n''_1 - n''_2),$$

осыдан

$$n_{орта} = \frac{n' + n''}{2}.$$

Айналдырылған фигура ауданы планиметр бөлігімен есептеледі. Бұл аудан m^2 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.

2.3-кесте

Планиметрмен аудандарды анықтау ведомосы

Есептеулер					Ескерту
n'	ПО	n''	ПС	орта	
1	2	3	4	5	6
n'_2		n'_2			Планиметр №.....
n'_1		n'_1			$R = \dots\dots\dots$ $p = \dots\dots\dots$
$(n'_2 - n'_1)$		$(n''_2 - n''_1)$		$n_{орта}$	$S = p \cdot n_{орта}$

Планиметрдің бір бөлігінің құнын анықтау үшін мына формуланы пайдаланамыз:

$$P = \frac{S}{n_{орта}}$$

Егер $P = \frac{S}{n_{орта}}$ формуласына S -тің

мм² немесе см²-пен алынған мәнін қоятын болсақ, онда оның абсолют мәнін p , ал S -тің м² немесе га-мен (яғни, план масштабын есепке ала отырып) алынған мәнін қоятын болсақ, онда салыстырмалы мәнін p табамыз.

Демек, салыстырмалы мәнін p анықтау үшін берілген план масштабында ауданы S белгілі фигураны планиметрдің линзасымен айналдырып, S ауданы $n_{орта}$ -ның қандай мәніне тең болатындығын анықтаймыз. Яғни S -ті бөлген кездегі бөлінді p планиметрдің бір бөлігінің салыстырмалы құнына тең болады.

p -ні анықтау үшін, планиметрмен план координаталар торының ауданы

ны кез келген бір торын есептеу механизмі оң жақта (ПО – «полюс оңда») және сол жақта тұрған (ПС – «полюс солда») кезде айналдырып шығарады. Планиметр бөлігінің құнының дәлдігін арттыру үшін аудандарды есептеп шығару жағдайында анықтау керек. Мысалы, план масштабы 1:2000 координаталар торының бір торының ауданы 40000м²-қа тең, ал осы ауданды планиметрмен екі рет айналдырып шыққан соң (ПО және ПС болғанда), планиметрдің бөлігіндегі сан 1005 бөлікке тең болсын. Сонда планиметрдің бір бөлігінің құны

$$p = \frac{40000}{1005} = 39,80 \text{ м}^2 \text{ болады}$$

(2.4-кестеге қараңыз). Осылайша алынған мәнімен 1:2000 масштабты пландағы аудандарды есептеп шығару үшін, егер планиметрдің айналдырма иінтірегіннің ұзындық өлшемі өзгермейтін болса, оны есепке қолдануға болады.

Планиметрдің бір бөлігінің құнын анықтау ведомосы

Есептеулер					Ескерту
n'	ПО	n''	ПС	орта	
1	2	3	4	5	6
n'_2	7330	n'_2	2884		Планиметр № 1824
n'_1	6324	n'_1	1880		$R = 160, \quad 40000 \text{ м}^2$
$(n'_2 - n'_1)$	1006	$(n''_2 - n''_1)$	1004	1005	$p = S \cdot n_{\text{орта}} = 40000:1005 = 39,80 \text{ м}^2$

Жапония шығарған планиметрді (2.21-сурет) пайдаланып картада ауданды былайша анықтауға болады. Бұл планиметр де полюстік (1) және айналдырма (2) иіктіректерінен тұрады. Кез келген ауданы анықталатын фигураны планиметрдің айналдырма иіктірегімен айналдырғанда аудан мөлшері есептеу механизмінде см^2 -де есептеледі. Картаның масштабын біле отырып, ізделінген ауданды анықтауға

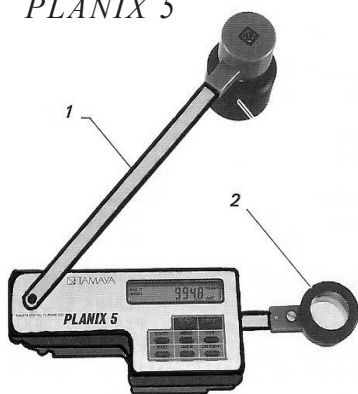
болады. Мысалы, масштабы 1:25000 картада планиметрмен өлшенген фигураның см^2 -пен анықталған ауданы $S_1 = 19,0 \text{ см}^2$. Картадағы берілген масштабтағы 1 см^2 ауданның мөлшері мынаған тең $S_2 = 250 \times 250 = 62500 \text{ м}^2$. Сонда ізделініп отырған фигураның ауданын мына формуладан анықтауға болады $S = S_1 \times S_2, \text{ м}^2$.

$$S = 19,0 \times 62500 = 1187500 \text{ м}^2$$

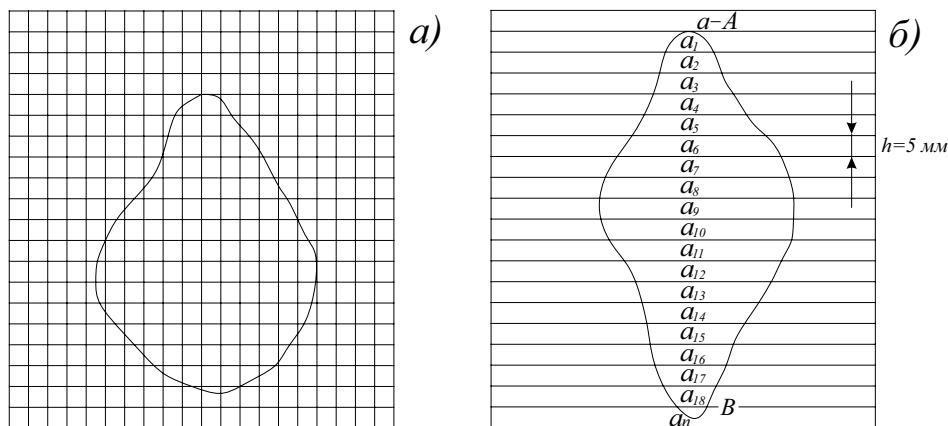
немесе $S = 118,8 \text{ га}$.

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 $0,5 \times 0,5 \text{ см}$ және сызықтық $0,5 \text{ см}$ палеткаларды дайындау қажет. Қысық контурлы фигураның ауданын (2.22,а-сурет) квадраттық палетканы пайдаланып анықтағанда, палеткадағы ауданы ізделінген контур ішіндегі толық квадраттардың санын есептейді (фигураның контурындағы жарты квадраттардың екеуі бір толық

PLANIX 5



2.21-сурет. Жапондық планиметр



2.22-сурет. Ауданды палеткамен анықтау

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 .

Қисық контурлы фигураның ауданын сызықтық палеткамен анықтағанда палетканың кез келген екі сызығын фигураның контурының шетіндегі A және B нүктелерімен түйістіреміз (2.22,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 шамасына тең болады, яғни

$$S_r = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n$$

немесе

$$S_r = \frac{a_0 + a_1}{2} h + \frac{a_1 + a_2}{2} h + \dots + \frac{a_n + a_{n+1}}{2} h$$

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

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

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

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 иінті-

ректер 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 еш уақытта жол берілмеуі керек.

4. Планиметрмен фигураны айналдырған кезде, шығыршық жиегінің 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 көмегінсіз 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, бас-тапқы нүкте фигура контурының есептеу дөңгелегі ең жай айналатын жерде болатындай етіп таңдаған 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 $(\Delta n) \frac{1}{200} n$ -ге

дейінгі аралықтан аспауы керек. Үлгісиздік (Δn) барлық $n'_1, n'_2, \dots, n'_k$ мәндерінің бөліктеріне пропорционал бөлінеді.

3-тарау. Геодезиялық бұрыштық өлшеулер

3.1. Теодолиттердің жіктелуі

Горизонталь және вертикаль бұрыштарды, магниттік азимутты, арақашықтықты 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 осьтері жүйесінің құрылмасы және атқаратын міндеті жағынан әр түрлі болады.

Бұрыштарды өлшеуге арналған теодолиттер дәлдігіне байланысты үш түрге бөлінеді:

1. Жоғары дәлдікті Т05 және Т1 теодолиттері 1, 2-класс триангуляциясы мен полигонометриядағы бұрыштарды өлшеуге арналған.

2. Дәл теодолит Т2 3,4-класс триангуляциясы мен полигонометриядағы бұрыштарды өлшеуге арналған; Т5 теодолиті 1 және 2-разрядтық триан-

гуляциялық 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 $m_B = 5''$, Т30 үшін $m_B = 30''$ және т.с.с.

Осы аталған теодолиттердің ішінен практикумда қарастырылатын 2Т5К және Т30 теодолиттерінің техникалық және метрологиялық сипаттамалары 3.1. және 3.2-кестелерде көрсетілген.

3.1-кесте*Теодолиттердің техникалық сипаттамалары*

Р/к №	Сипаттамалары	2Т5К	Т30
1	Вертикаль бұрыштарды өлшеу шегі	-55° ...+65°	-55° ...+65°
2	Дүрбінің үлкейтуі, еселік.	27,5X	20x
3	Дүрбінің көз жетер жерінің бұрышы	1°30'	2°
4	Дүрбінің нысаналау шегі, м.	2 ...∞	1,2 ...∞
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° $\leq 2''$ $\geq \pm 3'$	10° - 1' - - -
6	Көлденең дөңгелектегі деңгейдің бөліктерінің бағасы, сек.	30"	45"
7	Оптикалық тіктеуіштің үлкейтуі, еселік.	2,5 ^x	-
8	Оптикалық тіктеуіштің көз жетер жерінің бұрышы.	4°30'	-
9	Оптикалық тіктеуішті нысаналау, шегі, м.	0,6 ...∞	-
10	Теодолиттің массасы, кг.	3,7	2,2
11	Тұғырықтың массасы, кг.	0,7	-
12	Қораптағы теодолиттің массасы, кг.	8,5	4,0
13	Штативтің массасы, кг.	5,5	5,5

Теодолиттердің метрологиялық сипаттамалары

Р/к №	Сипаттамалары	2Т5К	Т30
1	Горизонталь бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қателігі, сек.	5"	20"
2	Вертикаль бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қателігі, сек.	8"	45"
	Горизонталь дөңгелектің диаметрлерінің қателіктері, сек.	2,5"	10,0"
4	Жіпті қашықтық өлшеуішінің коэффициенті, пайыз	$100 \pm 0,5$	100 ± 1
5	Горизонталь дөңгелектің есептеу құрылғысының рені, сек.	3"	-
6	Вертикаль дөңгелектің есептеу құрылғысының рені, сек.	3"	-
7	Вертикаль дөңгелектің эксцентриситеті, сек.	10"	60"
8	Коллимациялық қателігі, сек.	15"	60"
9	Вертикаль дөңгелектің нөлдік орны, сек.	15"	120"

3.2. Теодолиттердің негізгі бөліктері

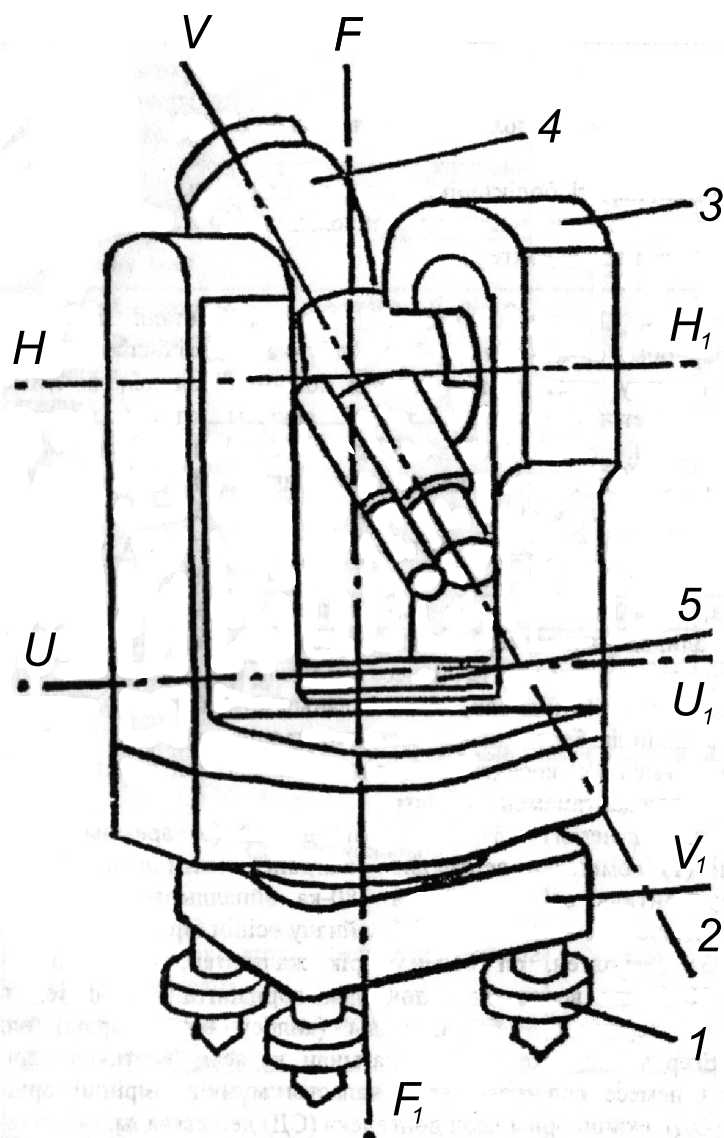
Тапсырманың мақсаты:

• аспаптың негізгі бөліктерінің атауларын оқып білу.

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

Теодолиттің (3.1-сурет) *лимба* 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 өлшенетін бұрыштың төбесі арқылы өтетін тік сызыққа орналастырылады. Лимбаның жазықтығына өлшенетін бұрыштың жақтары проекцияланады. Бұл кезде лимб жылжымайтын әрі горизонталь болуы тиіс. Лимбаның үстінде сызықтың төңірегінде теодолиттің айналатын жоғарғы бөлігі орналастырылған, бұл бөліктің ішінде *алидада* және *дүрбі* (4) бар. Дүрбі



3.1-сурет. Теодолиттің геометриялық осьтерінің схемасы:

FF_1 – теодолиттің вертикаль айналу осі;

UU_1 – цилиндрлік деңгейлеуіштің осі;

HH_1 – теодолиттің горизонталь осі немесе дүрбінің айналу осі;

VV_1 – дүрбінің нысаналау осі; 1 – көтеру бұрамалары, 2 – тұзғырық;

3 – вертикаль дөңгелек; 4 – дүрбі; 5 – цилиндрлік деңгейлеуіш

тұғырыққа (2) горизонталь болатын HH_1 осінің төңірегінде айналғанда, онда *коллимациялық* деп аталатын жазықтықтары түсіріледі. Лимба мен алидаданың осьтері сәйкес келуі керек, бұл арада алидаданың FF_1 айналу осі аспаптың негізгі немесе вертикаль осі деп аталады.

Алидада бетінде 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 осі цилиндрлік деңгейлеуіш (5) арқылы үш көтеру бұрамаларының (1) көмегімен вертикаль жағдайға келтіріледі. Теодолиттің дүрбісі горизонталь осі маңайында 180° -қа айналдырылуы, яғни зенит арқылы ауыстырылуы мүмкін. Дүрбінің айналу осінің бір жағында вертикаль дөңгелек (3) бекітілген, ол осьпен

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 бұрамаларымен, ал бірқалыпты немесе баяу айналдыру микрометрлік жетекші бұрамалармен жасалады.

Теодолиттің буссолі, штативы және тіктеуіші бар. Буссоль магниттік азимутты өлшеу үшін қолданылады. Үш сирақты штативтің бас жағы металдан жасалады. Теодолит штативтің басына стан бұраманың көмегімен бекітіледі. Тіктеуіш теодолитті нүктенің үстіне центрлеу үшін, яғни лимбаның центрін өлшелетін бұрыштың төбесіне орналастыру үшін қолданылады.

3.3. Дәл және техникалық теодолиттердің құрылысы

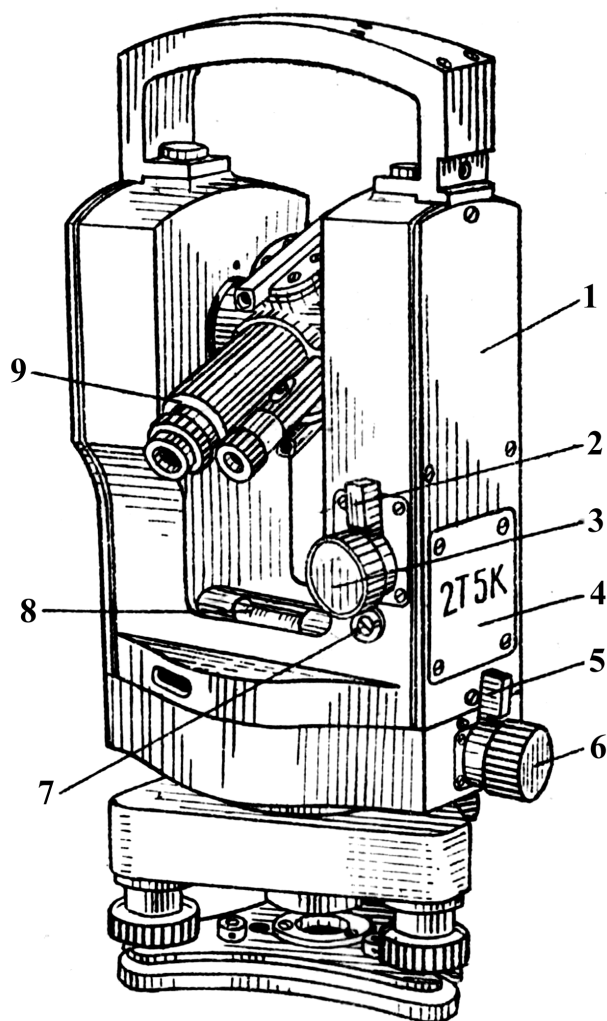
Тапсырманың мақсаты:

- 2Т5К және Т30 теодолиттерінің негізгі бөліктерін оқып білу;
- теодолиттерді жұмыс жағдайына келтіруді меңгеру;
- горизонталь және вертикаль дөңгелектер бойынша есептеуді үйрену.

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

2Т5К оптикалық дәл теодолиттің құрылысы

2Т5К теодолитінің (3.2-сурет) келесі негізгі ерекшеліктері бар. Вертикаль осінің жүйесі қайталауыш емес. Вертикаль дөңгелектің алидадасындағы деңгейлеуіштің рөлін оптикалық компенсатор орындайды. Дүрбінің және горизонталь дөңгелектің алидадасының жетекші бұрамалары (3,6) шүріппе түріндегі бекіткіш бұрамаларымен (2,5) бірге жабдықталған. Осы бұрамалар (винттер) теодолиттің бір жағына орналасқан.



3.2-сурет. 2Т5К теодолиті:

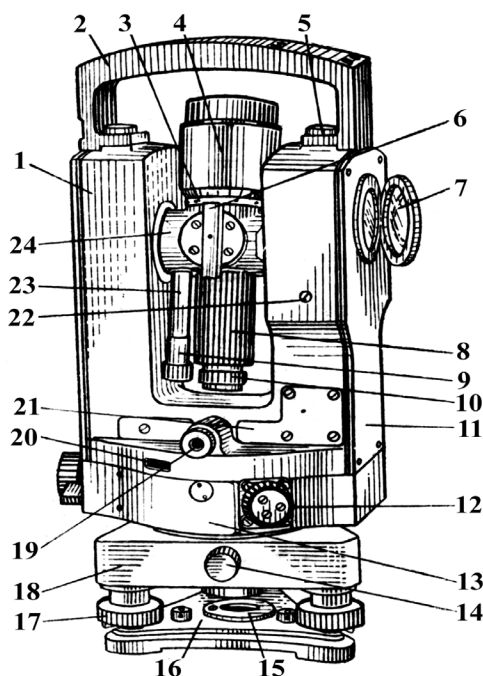
1,4 – қақпақ, 2,5 – шүріппе түріндегі бекіткіш бұрамалары,
 3,6 – жетекші бұрамалары, 7 – горизонталь дөңселектегі цилиндрлік
 деңгейлеуіштің жөндеу бұрамасы, 8 – цилиндрлік деңгейлеуіш, 9 – қалпақша

Дүрбі (4) зенит арқылы екі жағымен ауыстырылады және дүрбіні фокустау кремальераны (8) айналдыру арқылы жүзеге асырылады (3.3-сурет). Дүрбінің окулярын (10) көзге сәйкестендіріп қойып, жіптер торының анық бейнесінің көрінуін диоптриялық сакинаны айналдыру арқылы жүзеге асырылады. Дүрбі бақылайтын нүктені жуықтап нысаналау үшін коллиматорлық көздеуішпен (6) жабдықталған.

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

Горизонталь дөңгелектің алидадасындағы цилиндрлік деңгейлеуіштің (8) осі жөндеу бұрамасымен (7) түзетіледі. Цилиндрлік деңгейлеуіш теодолитті жұмыс жағдайына келтіру қызметін атқарады.

Теодолитті центрлеуге оптикалық тіктеуіш (19) қолданылады, ол үшін



3.3-сурет. Теодолиттің жалпы көрінісі:

1 – бағана; 2 – тұтқа; 3 – бекіткіш сақинасы; 4 – дүрбі; 5 – бұрама; 6 – коллиматорлық көздеуіш; 7 – айна; 8 – кремальера; 9 – микроскоптың окуляры; 10 – дүрбінің окуляры; 11 – қақпақ; 12 – лимбінің орнын ауыстыратын бұрама; 13 – горизонталь дөңгелегі түбінің қаптамасы; 14 – тұғырықтың бекіткіш бұрамасы; 15 – төлке (втулка); 16 – трегер; 17 – көтеру бұрамасы; 18 – тұғырық; 19 – оптикалық тіктеуіштің окуляры; 20 – дөңгелек іздегіштің илюминаторы; 21 – қақпақ; 22 – бұрама; 23 – микроскоп; 24 – горизонталь ось

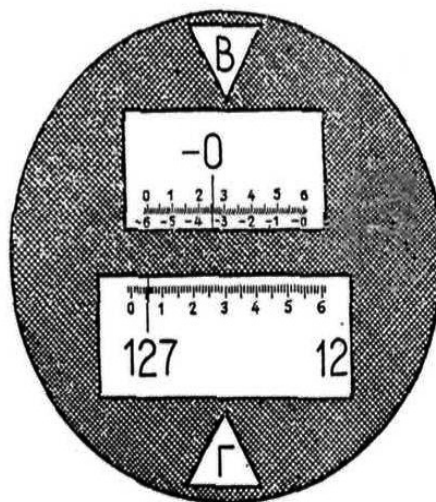
оның окулярын көзге сәйкестендіріп қойып, жіптер торының анық көрінісін диоптриялық сақинаны айналдыру арқылы алып, тіктеуіштің центрін жергілікті жердегі нүктеге фокустайды. Теодолитті алып жүруге ыңғайлы болу үшін, теодолиттің бағанасына бұрамалармен (5) тұтқа (2) бекітіледі.

Теодолит тұғырыққа (18) бұрамамен (14) бекітіледі. Тұғырық алмалы-салмалы. Көтеру бұрамаларын (17) айналдыру арқылы теодолиттің тік осін жұмыс жағдайына келтіреді. Тұғырық штативке стан бұрамамен 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 (3.4-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.



3.4-сурет. *Т25К теодолитінің микроскобының көз жетер жері*

Вертикаль дөңгелек шкаласының таңбалары $\ll + \gg$ және $\ll - \gg$, екі қатар цифрлары болады. Шкаланың таңбасы $\ll + \gg$ лимбаның штрихы қиып өткен жағдайда шкаланың жазулары солдан оңға қарай өседі, ал таңбасы $\ll - \gg$ болғанда, оңнан солға қарай өседі. 3.4-суретте вертикаль дөңгелектегі есептеу минус $0^\circ 34'5''$, ал горизонталь дөңгелектегі есептеу $127^\circ 05'5''$.

Т30 оптикалық техникалық теодолиттің құрылысы

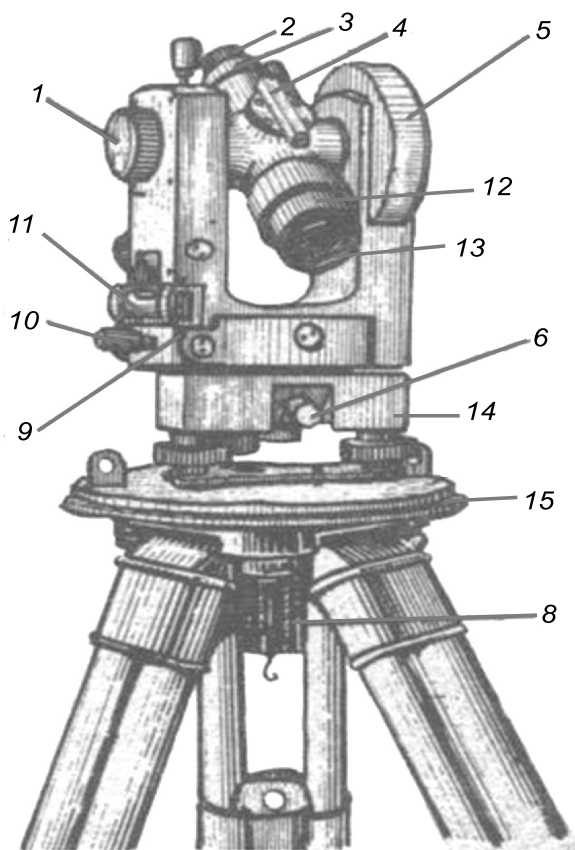
Т30 теодолиті – цилиндрлі вертикаль осі бар шағын көлемді оптикалық қайталауыш теодолит (3.5-сурет). Теодолиттің табаны (15) қораптың түбінің қызметін атқарады, ол тұғырықпен (14) жалғанған. Бұл жағдай аспаптың массасын азайтып қана қоймай, сонымен қатар пайдаланған кезде қосымша қолайлылық туғызады, 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 осіне перпендикуляр орналасқан горизонталь дөңгелегіндегі цилиндрлік деңгейлеуіш (11) қызмет етеді.

Теодолитті центрлеуге жіпке ілінген металдан жасалған тіктеуішті немесе дүрбіні қолдануға да болады, ол үшін оны вертикаль (объективін төмен)



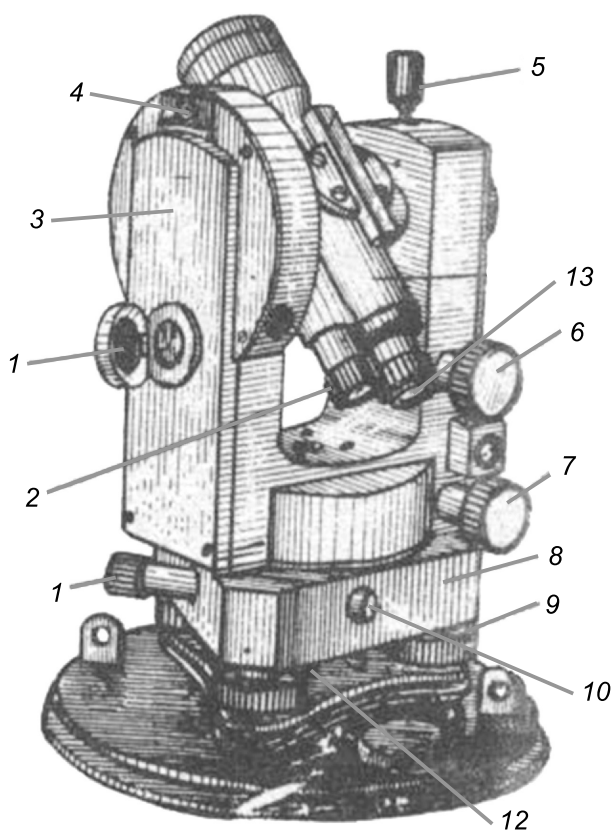
3.5-сурет. Штативке бекітілген Т30 теодолиті:

- 1 – кремальера; 2 – диоптриялық сақина; 3 – қалпақша; 4 – оптикалық көздеуіш;
 5 – вертикаль дөңгелек; 6 – бекіткіш бұрамасы; 7 – штативтің басы;
 8 – стан бұрамасы; 9 – деңгейдің жөндеу бұрамалары; 10 – бекіткіш бұрамасы;
 11 – цилиндрлік деңгейлеуіш; 12 – дүрбі; 13 – объектив; 14 – тұғырық;
 15 – теодолиттің табаны

қояды да саңылау (12) арқылы (3.6-сурет) 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

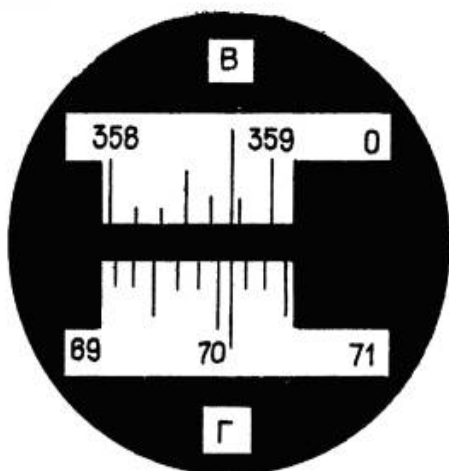
жерінде вертикаль және горизонталь дөңгелектердің шыныдан жасалған штрихтарының кескіні бір мезгілде көрініп тұратындай болып құрастырылған.

Т30 теодолитінде бұрыш өлшеуіш дөңгелек бөліктерінің үлесін бағалау қозғалмайтын индексмен шығарылады. Осылай есептеу әдісі неғұрлым



3.6-сурет. Теодолиттің жалпы көрінісі:

1 – жетекші бұрама; 2 – микроскоптың окуляры; 3 – қақпақ; 4 – буссольдың бекітілген орны; 5 – дүрбінің бекіткіш бұрамасы; 6 – дүрбінің жетекші бұрамасы; 7 – жетекші бұрама; 8 – тұғырық; 9 – тұғырықтың көтеру бұрамалары; 10 – төлке; 11 – айна; 12 – саңылау; 13 – дүрбінің окуляры



3.7-сурет. *T30 теодолитінің микроскобының көз жетер жері*

қарапайым болып табылады және мейлінше кіші аралықтың ондық үлестерін бағалауға мүмкіндік береді.

Есептеу құрылғысының микроскоп бағалаушысы (2) окулярмен қатар орналасқан. Микроскоптың (3.7-сурет) көз жетер жерінде вертикаль (үстінде В әрпімен) және горизонталь (астында Г әрпімен) дөңгелектердің кескіні көрініп тұрады. Екі дөңгелектің де бағалау бөліктері $10'$ -қа тең. Есептеулерді қозғалмайтын индекс арқылы бөліктердің ондық үлесін көзбен бағалау арқылы жүргізеді. 3.7-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:

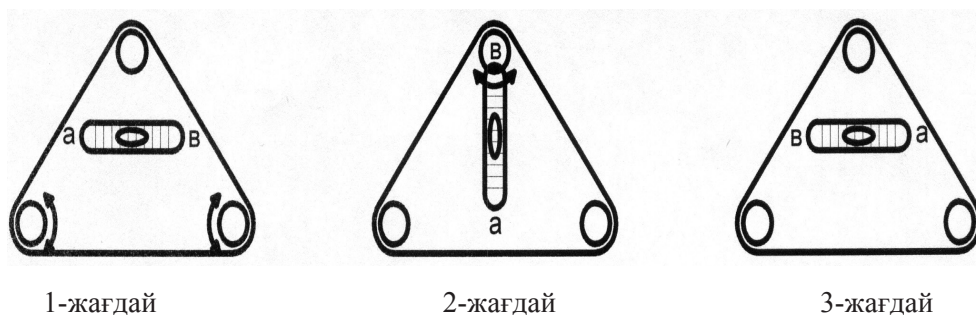
- аспаптың айналуының вертикаль осі тік болуы тиіс;
- лимбаның жазықтығы горизонталь болуы тиіс;
- нысаналау жазықтығы вертикаль болуы тиіс.

Аспаптың құрылмасына қойылатын шарттардың сақталуын анықтау

мақсатында жүргізілетін әрекеттер тексерулер деп аталады. Аспаптың бұзылған шарттарының орындалуын қамтамасыз ету үшін жөндеулер жасалады.

2Т5К теодолитінің тексерулері мен жөндеулері

1. Цилиндрлік деңгейлеуіштің осі UU_1 теодолитінің айналу осіне FF_1 (3.1-сурет) перпендикуляр болуы тиіс. Осыны тексеру үшін 1-жағдайда (3.8-сурет) деңгейлеуіштің осін екі көтеру бұрамасының бағытына сәйкестендіріп қояды да, оларды әр жакқа қарай айналдыру арқылы деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунктке келтіреді. Одан кейін алидаданы шамамен 90° -қа бұрып, деңгейлеуіштің осін үшінші көтеру бұрамасының



3.8-сурет. Цилиндрлік деңгейлеуіш осінің орны

(2-жағдай) 0 бағытына сәйкестендіріп қояды да, бұраманы 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). Үшінші жағдайда деңгейлеуіштің үлбіреуігі нөл пунктке қалатын болса, онда UU_1 және FF_1 осьтерінің перпендикулярлық шарттары орындалғандығы. Үлбіреуік ортадан жылжығанда, деңгейлеуіштің орны түзету бұрамаларының көмегімен орындалады.

Практика жүзінде тексеру былайша жасалады: деңгейлеуішті екі көтеру бұрамасына параллель етіп қояды да, солар арқылы деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунктке келтіреді; деңгейлеуіштің нөл пункті оның шкаласының ортасында болады; бұл кез-

де деңгейлеуіш пен алидаданың айналу осьтерінің өзара орны өзгеріссіз қалады. Алидаданы 180° -қа бұрғаннан кейін деңгейлеуіш осінің орнын, оның екінші қалпында нөл пункт шкаласынан үлбіреуіктің ауытқу доғасының жартысына түзетеді; бұл деңгейлеуіштің түзету бұрамасының көмегімен жасалады. Тексеруге қажетті шарт толық орындалғанға дейін қайталана береді.

2. Дүрбінің нысаналау осі VV_1 теодолиттің горизонталь осіне HH_1 (дүрбінің айналу осі) перпендикуляр болуы тиіс (3.1-сурет). Осы жағдайды тексеру үшін вертикаль дөңгелектің OD және CD қалпында екі мәрте алыстау орналасқан бір M нүктесін (3.12-сурет) нысаналайды да, лимбадан OD_1 , CD_1 және OD_2 , CD_2 есептеулерін алады. Одан кейін коллимациялық қателігін шығарады:

$$C = 0,25(CD_1 - OD_1 \pm 180^\circ) + (CD_2 - OD_2 \pm 180^\circ)$$

Егер C -ның шамасы теодолиттің есептеу құрылығысының дәлдігінен артып кетсе, онда нысаналау осінің

орны түзетіледі. Коллимациялық қателіктің әсерін жою үшін лимбада есептеуді тауып көрсетеді:

$$N = 0,25(CD_1 + OD_1 \pm 180^\circ) + (CD_2 + OD_2 \pm 180^\circ)$$

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

3. Теодолиттің горизонталь осі (дүрбінің айналу осі) HH_1 оның вертикаль айналу осіне FF_1 перпендикуляр болуы тиіс (3.1-сурет). Осы тексеруді орындау үшін теодолитті биік ғимараттан 20-30 м қашықтықта орнатып, оның вертикаль осін цилиндрлік деңгейлеуіш арқылы үш көтеру бұрамаларының 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 нүктесін белгілейді. Одан кейін алидаданы босатып, теодолитті 180° -қа бұрады да, дүрбіні зенит арқылы ауыстырып, қайтадан F нүктесін нысаналап, алидаданы бекітеді де, дүрбіні нүктесінің деңгейіне дейін жайлап төмен түсіріп, жіптер торының центрімен жабылатын нүктесін белгілейді.

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

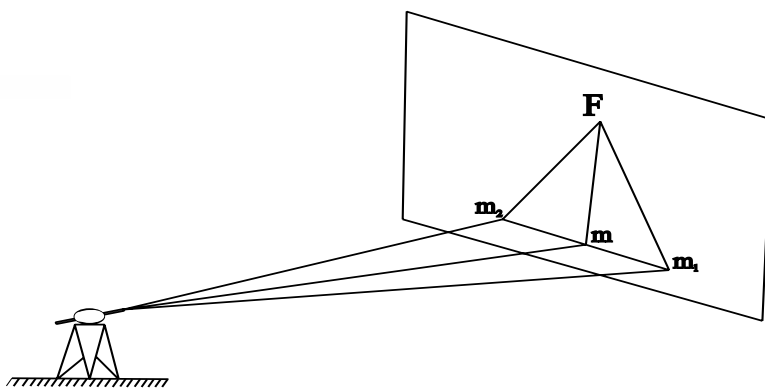
4. Дүрбінің жіптер торының вертикаль жібі AA_1 оның горизонталь осіне (дүрбінің айналу осіне) HH_1 перпендикуляр болуы тиіс (3.1-сурет). Осыны тексеру үшін теодолиттен 8-10 м қашықтықта ұзын жіпке тіктеуішті

іледі. Жіптер торының вертикаль жібін тіктеуіштің жоғарғы нүктесіне бағыттайды 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 бұрамаларын бұрай отырып, жіптер торының вертикаль жібі тіктеуіш жібімен дәл беттескенше түзетеді. Осы түзету орындалғаннан кейін, тексеруді қайталайды.

5. Вертикаль дөңгелектің компенсаторы теодолиттің вертикаль осінің еңкейетін шегі кезінде, вертикаль дөңгелектен өзгеріссіз есептеу алынуын қамтамасыз етуі тиіс. Осы тексеруді орындау үшін жергілікті жерде алынған нүктенің бағытына көтеру бұрамаларының біреуін сәйкес қойып, теодолиттің вертикаль айналу осін жұмыс жағдайына келтіреді. 50 м қашықтықта орналасқан нүктеге дүрбіні нысаналап, горизонталь дөңгелекті және дүрбіні бекіткіш бұрамаларымен бекітеді. Көтеру бұрамаларын 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 кезінде алынған есептеулердің айырымның 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 осі, теодолиттің вертикаль айналу осіне немесе FF_1 дәл келуі тиіс (3.1-сурет). Бұл тексеру мынадай ретпен орындалады. Теодолиттің вертикаль айналу осін 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 1 мм-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 бұрама орналасқан. Осы бұрамаларды босатып, нүктенің үстіне тіктеуіштің бірінші және екінші проекцияланған центрлері дәл келгенше окулярлық бөлігін жылжытады.



3.9-сурет. Жінтер торын тексеру

7. Вертикаль дөңгелектің нөлдік орнын HO анықтау. Дүрбінің нысаналау осі горизонталь, ал алидадағы деңгейлеуіштің үлбіреуігі нөл пунктке болған уақыттағы вертикаль дөңгелектегі есептеуді вертикаль дөңгелектің нөлдік орны деп атайды, оны HO деп белгілейді. Вертикаль дөңгелектің нөл орнын HO анықтау үшін теодолитті орнатып, жұмыс жағдайына келтіргеннен кейін, бірнеше жақсы көрінетін нүктелерді тауып, дүрбіні сол дөңгелек CD кезінде оларды нысана-

лайды. 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 OD кезінде, нүктелерді нысаналайды. Бұл жағдайда да горизонталь дөңгелектің деңгейлеуішінің үлбіреуігін нөл пунктке келтіріп, вертикаль дөңгелектен есептеулер алады. Осы есептеулерді журналға жазады (3.3-кесте).

Вертикаль дөңгелектің нөлдік орнын есептеу журналы

Станция	Нысаналау нүктелері	Есептеу				НО	
		СД		ОД			
		0	'	0	'	0	'
А	1	177	18	2	45	0	01,5
	2	174	29	5	35	0	02
	3						

Вертикаль дөңгелектің нөлдік орнын мына формуламен есептейді:

$$НО = 0,5(СД + ОД)$$

Вертикаль дөңгелектің нөлдік орны $НО$ вертикаль бұрыштарды өлшеген кезде тұрақты болғаны дұрыс.

Т30 теодолитінің тексерулері мен жөндеулері

$$C = \frac{(ОД_1 - СД_1 \pm 180^\circ) + (ОД_2 - СД_2 \pm 180^\circ)}{2}$$

3. Теодолиттің горизонталь осі (дүрбінің айналу осі) HH_1 оның вертикаль айналу осіне FF_1 перпендикуляр болуы тиіс.

4. Дүрбінің жіптер торының вертикаль жібі AA_1 оның горизонталь осіне HH_1 перпендикуляр болуы тиіс.

5. Вертикаль дөңгелектің нөлдік орнын $НО$ 0° -қа келтіру. Мұнда нөлдік орынды $НО$ мына формуламен есептейді

$$НО = \frac{СД - ОД + 180^\circ}{2},$$

Егер вертикаль дөңгелектен алынған есептеулер 90° -тан кіші болса,

1. Цилиндрлік деңгейлеуіштің осі теодолиттің вертикаль айналу осіне FF_1 перпендикуляр болуы тиіс.

2. Дүрбінің нысаналау осі теодолиттің горизонталь осіне HH_1 (дүрбінің айналу осі) перпендикуляр болуы тиіс. Мұнда коллимациялық қателік мына формуламен есептелінеді:

онда 360° -ты қосады. Нөлдік орынды 0° -қа келтірудің орындау реті. Т30 теодолитінің нөлдік орнын жөндеген уақытта көлбеу бұрышты вертикаль дөңгелектің екі жағдайында $СД$ және $ОД$ мына төмендегі формулалардың біреуімен анықталады:

$$v = \frac{СД - ОД - 180^\circ}{2},$$

$$v = НО - ОД - 180^\circ,$$

$$v = СД - НО.$$

Содан кейін дүрбіні бақылайтын нүктеден жылжытпай, дөңгелек сол жақта болған кезде дүрбінің жетекші

винтімен v-ге тең есептеуді қояды. Осы кезде тордың горизонталь сызығы бақыланып отырған нүктеден жылжиды. Тордың вертикаль жөндеу

бұрамаларының 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 өлшенетін 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 осін 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 бұрамасымен бекітеді. Одан кейін теодолитті горизонтальдау жасалынады, яғни оның айналу осі теодолиттің көтеру бұрамаларын қолдану арқылы вертикаль жағдайға келтіріледі. Осыны орындау үшін цилиндрлік деңгейлеуішті екі көтеру бұрамаларының бағытына орналасты-

рып, оларды әр түрлі жаққа айналдыру мен деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунтке келтіреді. Содан соң алидаданы шамамен 90° -қа бұрып, үшінші көтеру бұрамасымен үлбіреуікті ампуланың ортасына келтіреді. Бұдан кейін стан бұрамасын босатып, теодолитті штатив басына қозғай отырып тіктеуіштің ұшы нүктенің центрінің үстіне келгенше жылжытып, оны стан бұрамасымен 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 нысана-лайды. 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 ақырғы нәтижесінің дәлдігін арттыру қажет болған кезде бұрыштарды өлшеу үшін қолданылады;

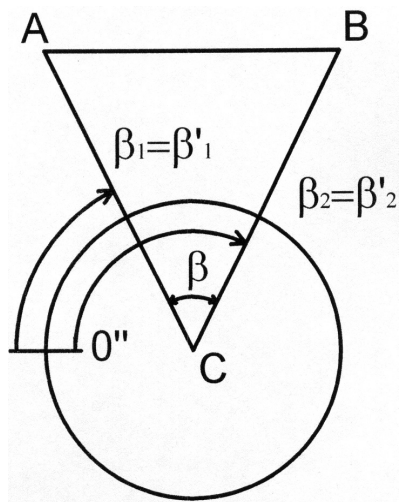
3. Айналма тәсілдер әдісі триангуляция жүйесі мен екінші разрядты полигонометрияда немесе төменгі класс жүйелерінде бір нүктеден үш және одан да көп бағыттар арасындағы бұрыштарды өлшеу кезінде қолданылады.

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

Жеке бұрыш әдісі

Горизонталь бұрыштарды жеке бұрыш әдісімен өлшеу мынадай жүйелілікпен жүргізіледі.

1. Вертикаль дөңгелек сол жақта болғанда жетекші бұрамалардың көмегімен нүктені A дәл нысаналанғаннан кейін β_1 есептеуін алады (3.10-сурет).



3.10-сурет. Бұрышты өлшеу

2. Алидаданы босатып, келесі нүктені B нысаналап β_2 есептеуін алады, сонда CD жүрістің сол жағындағы орналасқан бұрыштың мәні алдыңғы және артқы нүктелердің есептеулерінің айырымы болып табылады:

$$\beta_{CD} = \beta_2 - \beta_1$$

Осы әрекеттер бірінші жартылай тәсілді құрайды.

3. Аспаптың қателігін азайту мақсатымен лимбаның орнын шамамен 90° -қа өзгертеді де, дүрбіні зенит арқылы ауыстырып, оны оң жақтағы дөңгелек жағдайына келтіреді.

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

$$\beta_{OD} = \beta_2' - \beta_1'$$

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:

$$\beta_{CD} - \beta_{OD} \leq 2f$$

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

$$\beta = \frac{\beta_{OD} + \beta_{CD}}{2}$$

Барлық есептеулер өлшеу журналына жазылады (3.4-кесте).

3.4-кесте

Горизонталь бұрыштарды жеке бұрыш әдісімен өлшеудің журналы

Күні 20.10.2007 ж.

Теодолит 2Т5К

Бақылаушы: Алдияров Ж.А.

Көрінуі жақсы

N – 29314

Жазушы: Иманалиев К.Е.

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

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 осі мен алидадағы

деңгейлеуіштің осі горизонталь болған кезде алидаданың нөлдік бөліктері вертикаль дөңгелектің нөлдік бөліктерімен дәл келуі тиіс. Шындығында бұл шарт бұзылады, себебі дүрбінің нысаналау осі горизонталь орнында болса да, үлбіреуік нөл-пунктте тұрса да вертикаль дөңгелектегі есептеу нөлге тең болмауы мүмкін. Дүрбінің нысаналау осі 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 арақашықтық және ν – көлбеу бұрыш. Зениттік арақашықтық дегеніміз – Z -тіктеуіш сызық пен нысаналау сызығының аралығындағы бұрыш, ал көлбеу бұрыш дегеніміз – ν - горизонталь жазықтық пен нысаналау сызығының аралығындағы бұрыш (3.11-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 3.11-суретте көрсетілгендей көлбеу бұрыштан HO шамасына артық болады.

Сондықтан:

$$\nu = OD - HO$$

Вертикаль дөңгелек сол жақта CD орналасқанда да жоғарыдағыға ұқсас әрекеттер орындалады. 3.12-суретте көрсетілгендей, CD есептеуі мұнда да көлбеу бұрыштан HO шамасына артық болады, яғни

$$\nu = 360^\circ - CD + HO,$$

немесе

$$\nu = HO - CD$$

Теңдіктерді HO қатысты шешіп, мынаны табамыз:

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

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

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

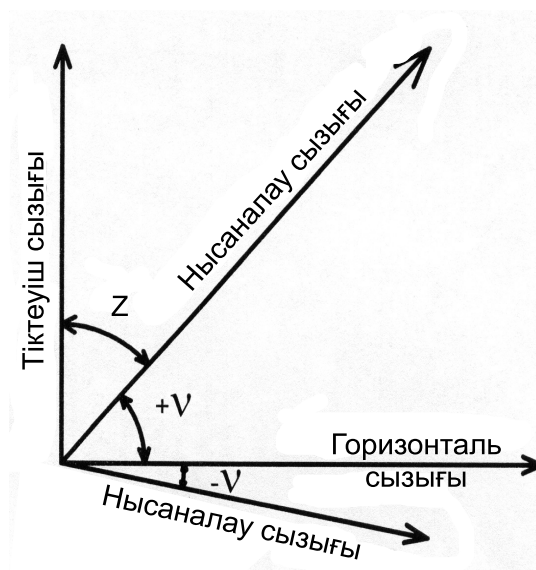
$$\nu = 0,5(CD - OD)$$

Жоғары дәлдікті өлшеулерді қажет етпейтін жұмыстар кезінде көлбеу бұрыштардың мәнін мына формулармен есептейді:

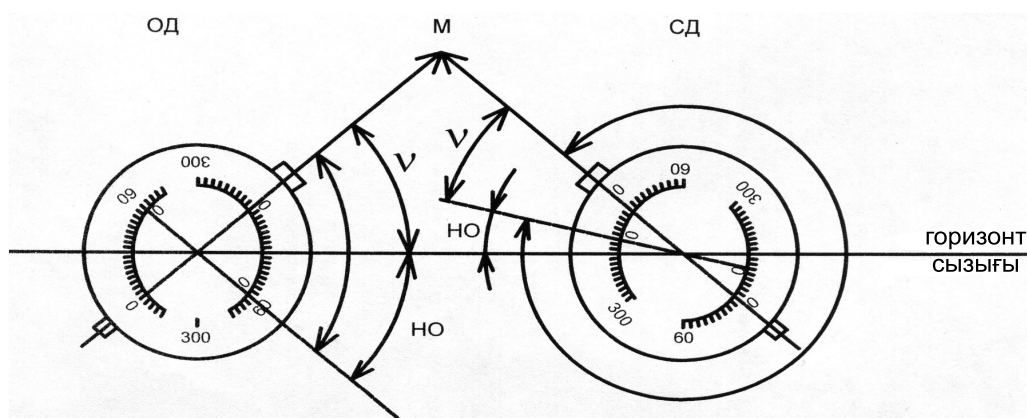
$$\nu = CD - HO$$

$$\nu = HO - OD$$

Т30 теодолитімен вертикаль бұрыштарды өлшеген кезде, оның горизонталь дөңгелегіндегі деңгейлеуіштің үлбіреуігін көтеру бұрамаларының көмегімен нөл пунктке келтіреді де, вертикаль дөңгелектен есептеу алады. Деңгейлеуіштің осі дүрбінің кол-



3.11-сурет. Вертикаль бұрышты өлшеу



3.12-сурет. Вертикаль дөңгелек орны

лимациялық жазықтығына параллель орналасқан, сондықтан теодолитпен көлбеу бұрышты өлшеген кезде, оның көтеру бұрамаларының біреуін нысаналау сызығының бағытына сәйкес орнатады. Көлбеу бұрыштардың мәнін мына формуламен есептейді

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

Жоғары дәлдікті өлшеулерді қажет етпейтін жұмыстар кезінде көлбеу

бұрыштардың мәнін мына формулалармен есептейді:

$$\nu = HO - OD - 180^\circ$$

$$\nu = CD - HO$$

Вертикаль бұрыштарды өлшеудің және есептеулердің нәтижелерін далалық журналға жазады (3.5-кесте). Вертикаль бұрыштарды өлшеудің алдында нөл орнын НО бірнеше нүктені нысаналап анықтайды.

3.5-кесте

Вертикаль бұрыштарды өлшеу журналы

Күні 7.11.2009ж.

Бақылаушы: Сәрсенбаев Б.Қ.

Ауа райы: күн ашық.

Теодолит: Т30N – 17081

Станция		Нүкте	Есептеулер				$\frac{OD + CD}{2}$	
			0	I	0	I		
							0	I
I	ОД	5	296	08	124	48	–	
		2	171	20				
	СД	5	12	31	124	47		47,5
		2	247	44				

Есептеген: Жандосов М.

Тексерген: Иманалиев К.Е.

Төменде Т30 теодолитімен көлбеу бұрыштарды өлшеген кездегі есептеулерінің мысалдары келтірілген.

1-мысал. Егер оң және сол дөңгелек кезінде 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: $\nu = HO - OD - 180^\circ = 9^\circ + 360^\circ - 153^\circ - 180^\circ = 36^\circ$,

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

2-мысал. Егер сол және оң дөңгелек кезінде 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: $\nu = HO - OD - 180^\circ = 359^\circ 25' - 181^\circ 02' - 180^\circ = -1^\circ 37'$;
немесе $\nu = CD - HO = 357^\circ 48' - 359^\circ 25' = -1^\circ 37'$.

3.8. Магниттік азимутты өлшеу

Тапсырманың мақсаты:

- магнитті азимутты өлшеу әдіс-темесін 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 қажет.
3. Буссольдің магниттік нұсқарының айналу центрі сақинаның центріне дәл келуі тиіс.

CB сызығының магниттік азимутын A өлшеу үшін мына жұмыстар ретімен орындалады (2.6-сурет):

1. Теодолитті буссолимен C 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 буссоль солтүстікке бағдарланды деп есептеп теодолиттің лимбасын бекітеді.

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

Магниттік азимуттың мәнін теодолиттің горизонталь дөңгелегінен есептейді.

4-тарау. Арақашықтықты өлшеу

4.1. Өлшеуіш аспаптары

Тапсырманың мақсаты:

- өлшеуіш аспаптарының құрылысын оқып білу.

Керекті аспаптар: өлшеуіш аспаптары.

Жергілікті жерде арақашықтықты тікелей өлшеу үшін, екі шетінде тұтқалары (2) бар болат таспа (7) түріндегі өлшеуіш таспаларды (4.1-сурет) қолданады. Өлшеуіш таспалары келесі түрлерге бөлінеді: штрихтық және шкалалық.

Штрихтық таспаның (4.1, а-сурет) екі шетінде штрихтары (1) бар. Өлшеуіш таспаның ұзындығы ℓ осы штрихтардың арасындағы арақашықтығымен анықталады. Жергілікті жерде өлшеу кезінде нүктелерді белгілеу үшін лентадағы штрихтарға қарсы темір қазықшаларға арнап кесіктер жасалған. Таспаның жинағына (4.1, г-сурет) (6) немесе (11) темір қазықшалар кіреді, олар сым дөңгелекке бекітіледі. Таспаны сақтау және тасымалдау үшін дөңгелек станокқа орап, ұстап тұратын бұрамалармен бекітеді (4.1, в-сурет).

Таспада метрлік және дециметрлік бөліктер 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 дициметрлік бөліктерінің (сантиметрлері) үлесін көзбен бағалайды.

Өндірісте ұзындықтары 20 және 50 м-ге тиісті ЛЗ-20 және ЛЗ-50 штрихтық таспалар шығарылады.

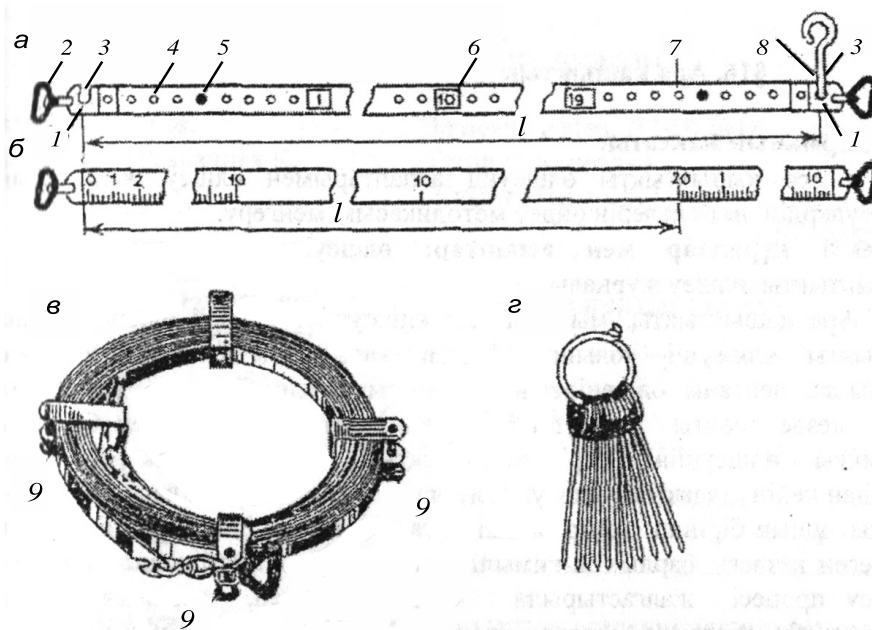
Шкалалардың соңында миллиметрлік бөліктері бар шкалалық таспа (4.2, в-сурет) өлшеудің дәлдігін арттырады. Таспаның ұзындығы ℓ сол және оң шкалаларының нөлдік бөліктерінің арасындағы арақашықтығымен анықталады. Өндірісте 20 және 50-ге тиісті ЛЗШ-20 және ЛЗШ-50 шкалалық таспалары шығарылады.

Сонымен қатар құрылыста арақашықтықты өлшеу үшін рулеткалар-

ды қолданады. Өндірісте ОПК2-20АНТ/1, ОПК2-50АНТ/1, ОПК3-20АНТ/10 және ОПК 3-50АНТ/10 рулеткалары жасалынып шығарылады. Қосымша тапсырыс бойынша рулетканың барабанына (2) таспаны (3) орау үшін, тұтқасы (1) және тар-

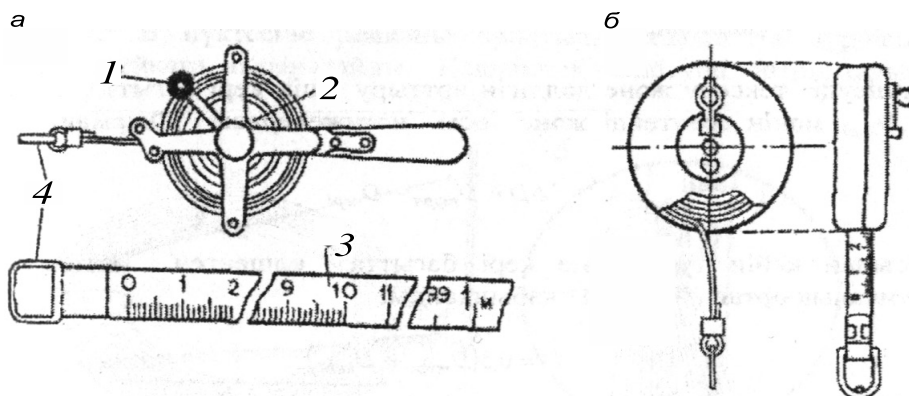
тып алатын сақинасы (4) бар крестовиналы рулеткалар (4.2,а-сурет) шығарылады.

Түсірістер кезіндегі кішігірім арақашықтықтарды өлшеу үшін сырты жабық тоқыма баулы рулеткаларды (4.2, б-сурет) қолданады.



4.1-сурет. Арақашықтықты өлшеуіш таспалары:

- а – штрихтік; б – шкалалық; в – дөңгелек станокқа оралған таспа;
 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 таспа;
 8 – темір қазықша



4.2-сурет. Болат және тоқыма баулы рулеткалар

4.2. Арақашықтықты өлшеуіш аспаптармен өлшеу

Тапсырманың мақсаты:

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

Керекті құралдар мен аспаптар: өлшеуіш аспаптары және арақашықтықты өлшеу журналы.

Арақашықтықты екі өлшеуші мынадай әдіспен өлшейді. Алдыңғы өлшеуші қолына (11) темір қазықша мен таспаның тұтқасын алады да, таспаны өлшенетін кесінді сызықтың бойымен тарқатады, ал осы кезде соңғы өлшеуші бастапқы штрихті нүктемен беттестіріп, алдыңғы өлшеушіні берілген сызықтың бойымен тіке бағыттайды. Осыдан кейін алдыңғы өлшеуші таспаны келесі аралыққа тартады, оның артқы ұшын бірінші темір қазықшаға ілмегімен іліп, бірінші аралықты өлшеген кездегі бар-

лық іс-қимылды қайталайды. Осылайша ұзындықты өлшеу процесі жалғастырыла береді. Сонымен, соңында алдыңғы өлшеушінің белгілеп қадаған темір қазықшаларының саны таспаның толық орын ауыстыру санына тең болады.

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

$$D_{тура} = \ell_n + r,$$

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, $D_{кері}$ мәнін есептейді және осы нәтижелердегі айырмашылығын табады:

$$\Delta D = D_{тура} - D_{кері},$$

Осыдан кейін тура және кері бағытта өлшенген нәтижелердің ариф-

метикалық орташа мәні D қабылдайды:

$$D = 0,5(D_{тура} + D_{кері})$$

Мысалы, 4.1-кестенің 2-бағанында келтірілген АВ сызығының өлшенген нәтижелерін өңдеу.

4.1-кесте

Арақашықтықты өлшеу журналы

Күні: 02.06.06 ж.

Өлшеуші: Иманалиев Қ.

Өлшеуіш аспап: ЛЗ-50 №18

Темір қазықшалар

Жиынтығы: $k + l = 11$

Белгілері	Өлшенген нәтижелері		Есептелген нәтижелері
1	2		3
	AB сызығы		$\ell_n = 50 \cdot 2 = 100 \text{ м,}$ $r = 0,5(r_{тура} + r_{кері}) = 0,5(17,34 + 17,36) = 17,35 \text{ м,}$ $D = \ell n + r = 50 \cdot 2 + 17,35 = 117,35 \text{ м.}$
	тура	кері	
ℓ	50	50	
n	2	2	
r	17,34	17,36	

4.3. Арақашықтықты жіпті қашықтық өлшеуішпен анықтау

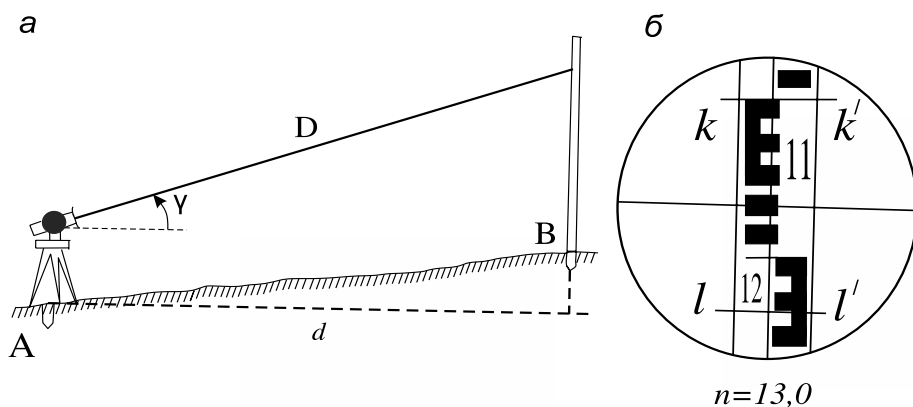
Тапсырманың мақсаты:

• арақашықтықты жіпті қашықтық өлшеуішпен анықтау кезіндегі өлшеулерді орындау және алынған нәтижелерді өңдеу әдістемесін меңгеру.

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

Арақашықтықты өлшеу үшін, теодолиттер мен нивелирлердің дүрбілерінде қашықтық өлшеу штрихтары kk' және ℓ'' (4.3,б-сурет) бар.

Арақашықтықты АВ өлшеу кезінде (4.3,а-сурет) А нүктесінің төбесіне теодолитті, ал В нүктесіне рейканы орнатып, теодолиттің дүрбісін В нүктесіндегі рейкаға нысаналайды. Қашықтық өлшеуіш штрихтарының арасындағы рейка бөліктерінің санын қашықтық өлшеуішпен алынған есептеу деп атайды да, оны n әрпі арқылы белгілейді. 4.3,б-суретте қашықтық өлшеуішпен алынған есептеу $n=13.0$ -ге тең. Жіпті қашықтық өлшеуішті пай-



4.3-сурет. Қашықтық өлшеуішпен арақашықтықты өлшеу:

a – өлшеу схемасы; б – дүрбінің көз жетер жері

даланғанда арақашықтықты мына формуламен есептейді:

$$D = K_n + C,$$

мұндағы K – қашықтық өлшеуіштің коэффициенті;

C – қашықтық өлшеуіштің тұрақты шамасы.

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

$$D = 100n.$$

Көлбеу сызыктарды өлшеу кезінде арақашықтықты мына формуламен есептейді:

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

мұндағы ν – дүрбінің нысаналау осінің көлбеу бұрышы.

Егер өлшенетін арақашықтықтар 50 м-ден артық болса, онда $C = 0$ деп алып, формуланы мына түрде жазуға болады

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

Арақашықтықтарды есептеуді кәдімгі ЭЕМ-де орындайды.

Мысалы, Т30 теодолитінің ($K=100$, $C=0,1$ м) жіпті қашықтық өлшеуішімен арақашықтықты өлшеу кезінде келесі мәндер алынған: $n = 128.7$ және $\nu = -3^\circ 30'$.

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

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

4.4. Қол жетпейтін арақашықтықтарды анықтау

Тапсырманың мақсаты:

• қол жетпейтін арақашықтықтарды анықтау кезіндегі өлшеулерді орындау және алынған нәтижелерді өңдеп есептеу әдістемелерін меңгеру.

Керекті құралдар мен аспаптар:

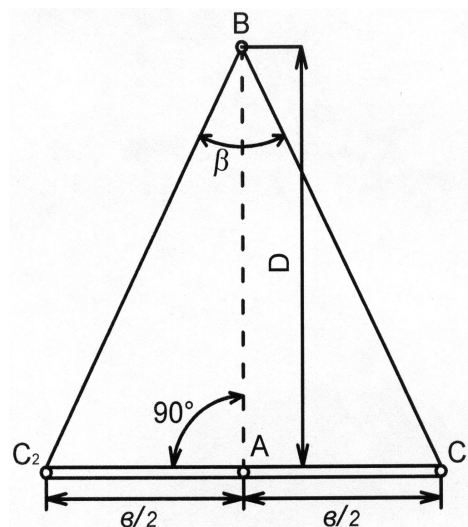
теодолит жинағы, өлшеуіш аспабы және өлшеу журналы.

Қол жетпейтін арақашықтықты $D=AB$ (4.4-сурет) анықтау керек болсын делік. Ол үшін A нүктесінде AB бағытына перпендикуляр етіп b базисін салып, B нүктесіндегі β параллактикалық бұрышын мұқият өлшейді. Сонда ізделініп отырған қол жетпейтін арақашықтықты мына формула бойынша анықтайды:

$$D = \frac{1}{2} b c t g \frac{\beta}{2}.$$

Егер β бұрышының мәні 12° -тан кем болмаса және де ол $\pm 20''$ дәлдікпен, ал базис $1:4000$ жуық салыстырмалы қателікпен өлшенсе, онда ізделіп отырған арақашықтықты дәлдігі $1:2000$ аспайтын қателікпен табуға болады.

Жергілікті жердің жағдайына байланысты (өзек, жыра және т.б.) сызықтың ұзындығын өлшеуіш таспамен өлшеудің мүмкіндігі көбінесе



4.4-сурет. Қол жетпейтін арақашықтықты анықтау схемасы

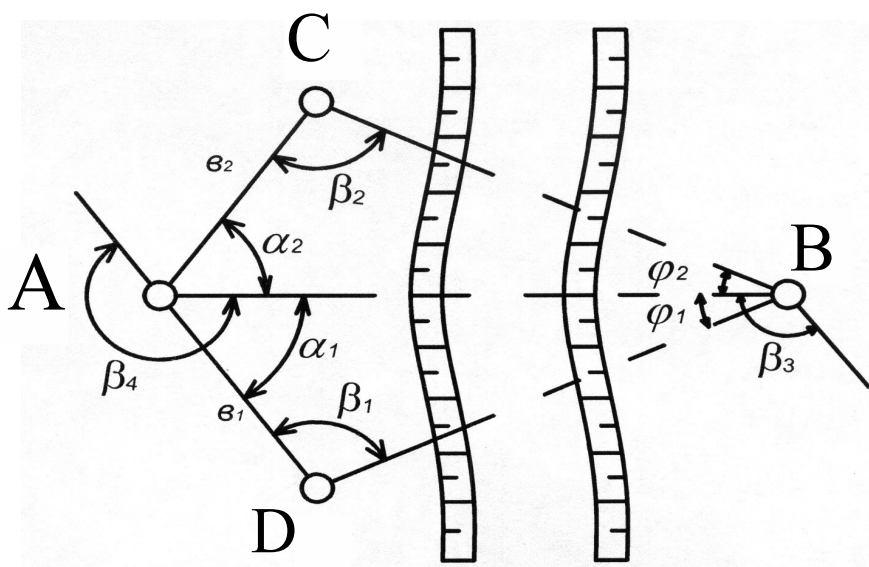
бола бермейді. Осы кезде жанама әдіс қолданылады.

Кейбір кедергі арқылы өтетін $D=AB$ (4.5-сурет) арақашықтығын 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, және үшбұрыштарының ұқсастығынан арақашықтықты анықтайтын формуланы шығарып алуға болады:

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

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



4.5-сурет. Қол жетпейтін арақашықтықты жанама әдіспен анықтау схемасы

Үшбұрыштың AB қабырғасының табылған екі мәнінің бір-бірінен

айырмашылығы оның ұзындығы $\frac{1}{1000}$ - ден аспауы тиіс.

5-тарау. Биікайырымдарды анықтау

5.1. Нивелирлердің және нивелирлік рейкалардың жіктелуі

Нысаналау осі 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-3К, НС-4, Н-3Л нивелирлері – 1 км екі мәрте жүрісте биікайырымды 3 мм-ден аспайтын орташа квадраттық қателікпен анықтауға арналған дәл аспаптар. Инженерлік геодезиялық жұмыстарда, 3, 4-кластық нивелирлеу кезінде қолданылады.

3. Н-10, 2Н-ЮЛ, Н-ЮК, Н-ЮКЛ нивелирлері – 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 бел-

гісін анықтауды қамтамасыз ету үшін қолданылады.

Қазіргі кезде нивелир аспаптарында дүрбінің осін 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 5.1-кестеде келтірілген.

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 5.2-кестеде көрсетілген.

Нивелирдің жинағына штатив, екі жұп рейка және қосалқы құралдар (5.1,а,б,в-сурет) кіреді.

Нивелирлердің техникалық сипаттамасы

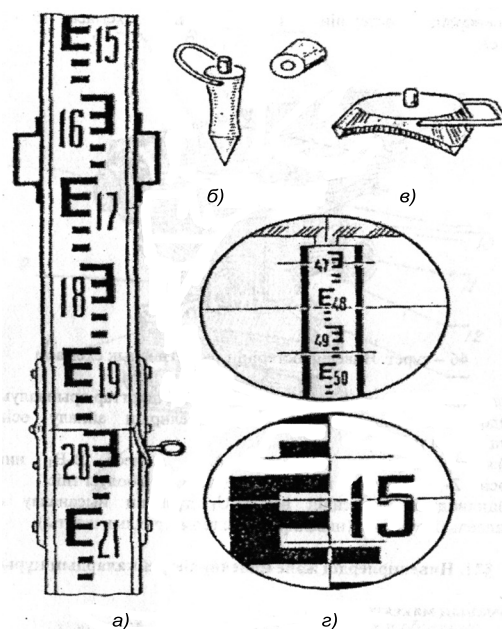
5.1- кесте

№ р/с	Сипаттамалары	Н-3	НС-4
1	Үлкейтілуі, есе.	30	30
2	Фокустық арақашықтығы, 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 арақашықтығы, м	2	2
6	Жарықты өткізу коэффициенті, %	66	45-55
7	Жарықтың шашырау коэффициенті, %	6	10
8	Дөңгейлеуіш 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

Рейкалардың метрологиялық сипаттамалары

5.2-кесте

№ р/с	Сипаттамалары	РН-05	РН-3	РН-10
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



5.1-сурет. Нивелир: а) рейка; б) балдақ; в) башмак;
г) рейкадан алынатын есептеулер;

5.2. Нивелирдің геометриялық схемасы

Нивелирдің құрылысы теодолиттің құрылысына ұқсас болып келеді.

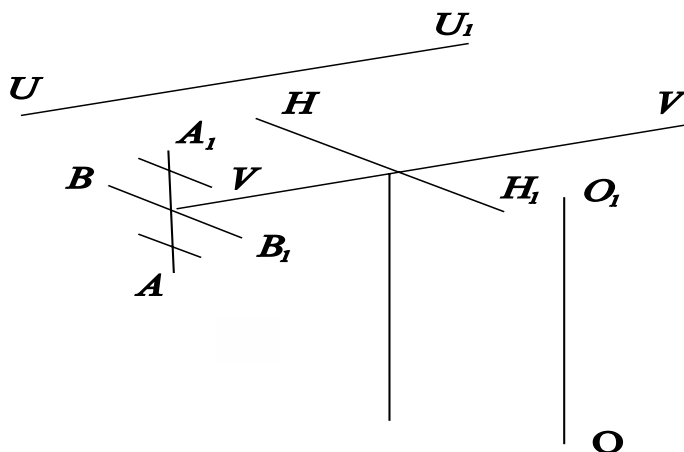
Нивелир осьтерінің геометриялық схемасы 5.2-суретте көрсетілген.

Аспаптың осьтері үшін келесі геометриялық шарттар орындалуы тиіс:

- дөңгелек деңгейлеуіштің осі $O-O_1$, нивелирдің айналу осіне $Z-Z_1$ параллель болуы тиіс;

- жіптер торының бір жібі $A-A_1$ немесе $B-B_1$ нивелирдің айналу осіне $Z-Z_1$ параллель немесе перпендикуляр болуы тиіс;

- цилиндрлік деңгейлеуіштің осі $U-U_1$ дүрбінің нысаналау осіне $V-V_1$ параллель болуы тиіс (нивелирдің бас геометриялық шарты).



5.2-сурет. Нивелир осьтерінің геометриялық схемасы

5.3. Нивелирлердің және нивелирлік рейкалардың құрылысы

Тапсырманың мақсаты:

- аспаптың негізгі бөліктерінің аттарын оқып білу;
- олардың әрекеттестігін меңгеру;
- рейка бойынша санақ алуды үйрену.

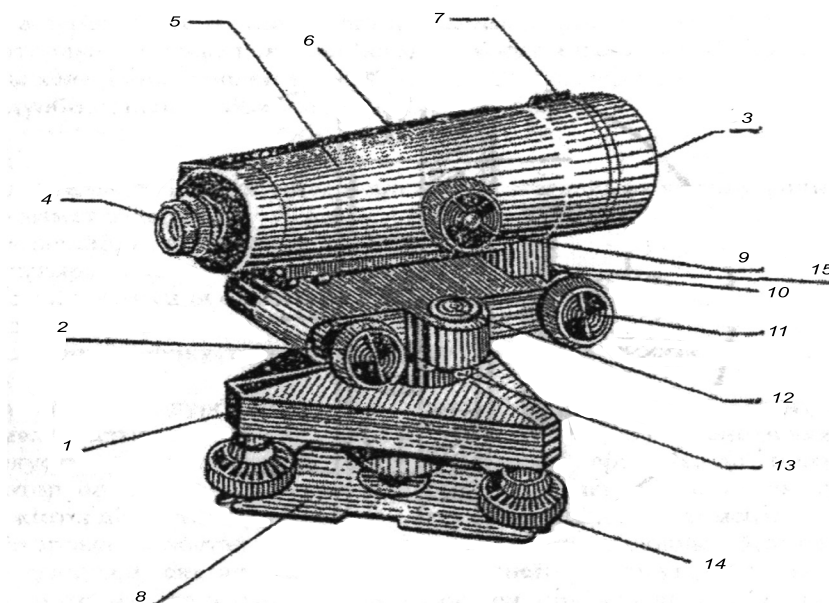
Керекті құралдар мен аспаптар:

Н-3, НС-4 нивелирлері, нивелирлік рейка, тапсырманың бланкісі және жұмыс дәптері.

Н-3 дәл нивелирінің құрылысы

Н-3 нивелирінің негізгі бөліктеріне (5.3-сурет) цилиндрлік деңгей (6), жапсырылған дүрбі (5), осі бар тірек алаңы (10), көтеру бұрамалары бар (14) тұғырық (1), тесігі және стан бұрамасы үшін оймасы бар серіппелі пластинка (8) жатады.

Бөліктер бағасы $15''$ цилиндрлік деңгей қорапта (6) орналасқан, ондағы



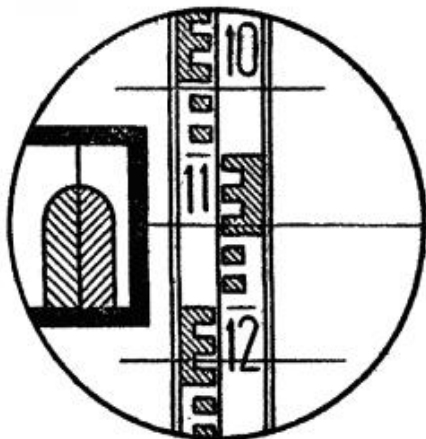
5.3-сурет. Н-3 нивелирі:

1 – тұғырық; 2 – элевациялық бұрама; 3 – дүрбінің объективі; 4 – дүрбінің окуляры; 5 – дүрбі; 6 – цилиндрлік деңгей; 7 – қарауыл; 8 – серіппелі пластинка; 9 – кремальера; 10 – осі бар тірек алаңы; 11 – жетекші бұрама; 12 – дөңгелек деңгей; 13 – үш түзету бұрамалары; 14 – үш көтеру бұрамалары; 15 – бекіткіш бұрама

призмалық құрылғы арқылы деңгей үлбіреуігінің шеткі кескіндері екі жартылай түрде дүрбінің көру алаңына беріледі (5.4-сурет). Дүрбінің нысаналау осін горизонталь жағдайға дәл келтіру элевациялық бұрамамен (2) орындалады, ол деңгей үлбіреуігінің шеткі кескіндерін сәйкестендіруден тұрады. Цилиндрлік деңгейлеуіштің қақпақпен жабылған төрт түзету бұрамалары болады.

Нивелирдің вертикаль осін шамамен тік жағдайға келтіруге арналған дөңгелек деңгейлеуіш (12) үш түзету

бұрамаларымен (13) жабдықталған. Нивелир дүрбісін горизонталь жазықтықта жобалай айналдыру бекіткіш бұраманың (15) босатылған кезінде қолмен жасалады да, ал затты дәл нысаналау үшін бекіткіш бұрама бекітулі кезде жетекші бұрамамен (11) жүргізіледі. Жіптер торының айқын кескінделуін окулярлық диотропиялық сақинасын (4), ал рейканың айқын кескінделуін кремальераны (9) айналдыру арқылы келтіріледі. Дүрбіні жобалай нысаналау қарауылдың (7) көмегімен жасалады.



5.4-сурет. Дүрбінің көру алаңы және жіптер торы

НС-4 дәл нивелирінің құрылысы

НС-4 нивелирінің жалпы көрінісі (5.5-сурет) және 5.6,б-суретте компенсатордың оптикалық схемасы көрсетілген. НС-4 нивелирінің құрылысы келесі бөліктерден тұрады:

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

Нивелирдің дүрбісінде объективі (8), фокустауға арналған кремалье-

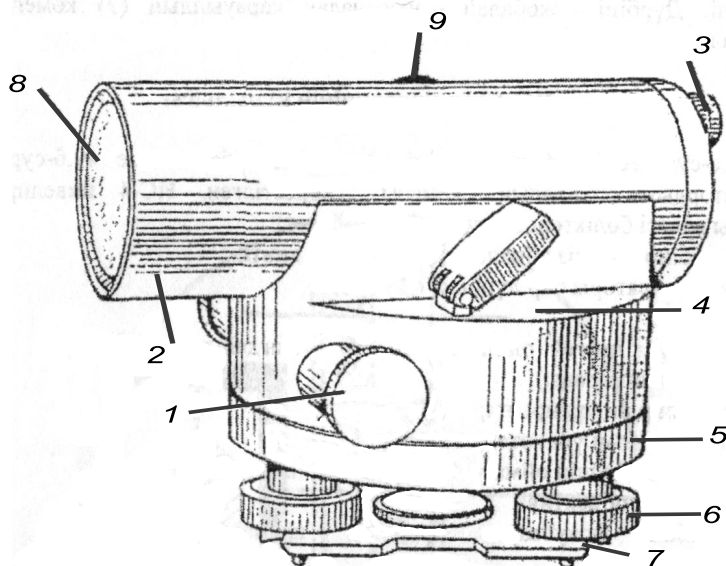
ралық бұрамасы (9), жіптер торы және окуляры (3) бар. Фокустаушы линза мен жіптер торының аралығында призмалық компенсатор орналасқан. Компенсатор екі тікбұрышты призмадан тұрады. Болат жіптердің тоғысқан екі жұбына ілінген төменгі призма компенсатордың сезімтал элементінің қызметін атқарады. Компенсатор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

Аспапта бекіткіш бұрамалары жоқ. Нивелирдің вертикаль осінің мынадай үйкелісі бар, егер жетекші бұрамасының (1) басын айналдырған кезде, дүрбі азимут бойынша жайлап бұрылады. Алайда дүрбінің қолымен рейкаға нысаналаған кезінде, дүрбі жеңіл айналады.

Нивелирдің сол жағында орналасқан дөңгелек деңгей (4) бойынша үш көтеру бұрамасымен (6) аспапты горизонталь жағдайға келтіреді. Дөңгелек деңгейлеуіштің шағылыстырғыш айнасы және түзету бұрамалары бар. Көтеру бұрамаларының резбасының үлкейтілген адымы нивелирлеу дәлдігін төмендетпей, нивелирді жылдам жұмыс жағдайына келтіреді.

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 болып табылады. Тақтайлар



5.5-сурет. НС-4 дәл нивелирінің құрылысы:

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

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 тақасымен 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:

Н-3, НС-4 нивелирлерінің жинағы, тапсырманың бланкісі және жұмыс дәптері.

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

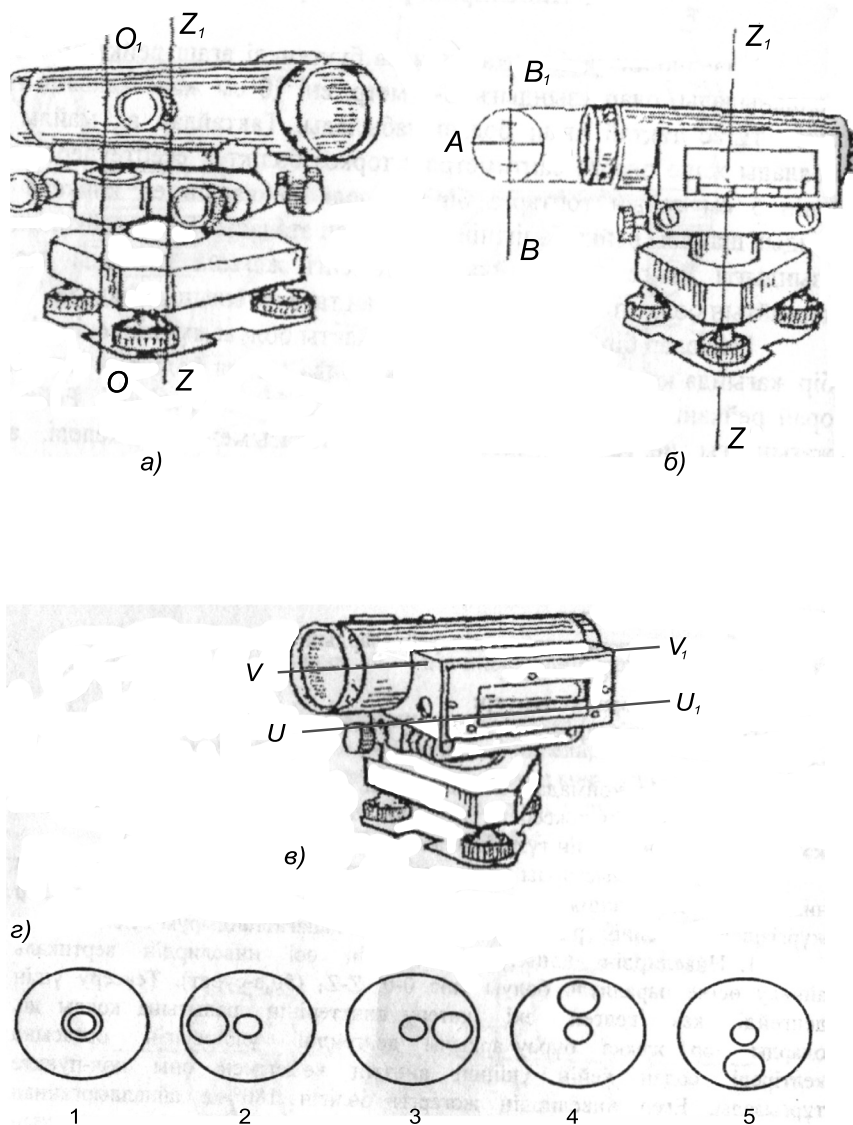
Далалық жұмыстарды бастар алдында аспаптық осьтер жүйелері мен нивелирді құрылмалық сәйкестікті келтіру мақсатымен тексерулер жүргізіледі. Нивелирлер мынадай талаптарды қанағаттандыруы тиіс.

1. Нивелирдің дөңгелек деңгейлеуішінің осі нивелирдің вертикаль айналу осіне параллель болуы тиіс $0-0$, $Z-Z_1$ (5.6,а-сурет). Тексеру үшін деңгейді кез келген екі көтеру бұрамасының аралығына қояды да, оларды әр жаққа бұрау арқылы деңгейлеуіштің үлбіреуігін ортасына келтіреді, содан кейін үшінші бұраманың көмегімен оны нөл-пунктте тұрғызады. Егер нивелирдің жоғарғы бөлігін 180° -қа айналдырғаннан кейін үлбіреуік деңгейлеуіштің ортасында қалса, онда осы шарттың орындалғандығы болып саналады. Деңгейлеуіштің үлбіреуігі екі көтеру бұрамасының бағытында жылжып

кеткен жағдайда, оның центрден ауытқуының жартысы деңгейлеуіштің түзету бұрамаларымен реттеледі, ал одан кейін үлбіреуіктің қалған жартысын көтеру бұрамаларымен нөл-пунктте келтіреді. Нивелирді 90° -қа бұрып, тексеруді үшінші көтеру бұрамасының бағытында қайталайды.

Деңгейлеуіш үлбіреуігі центрінен ауытқыған жағдайда, оның ауытқуының жартысын түзету бұрамаларымен центрге жақындатады да, қалған жартысын тиісті көтеру бұрамасымен теңестіреді. Тексеруді нивелирді ось төңірегінде айналдырғанда нөл-пункттен деңгейлеуіштің үлбіреуігі ауытқымайтын болғанша бірнеше рет қайталайды.

2. Тордың вертикаль жібі нивелирдің айналу осіне параллель болуы тиіс: $B-B_1$, $\Pi Z-Z_1$ (5.6,б-сурет). Нивелирді орнатып, оның айналу осін вертикаль жағдайға дөңгелек деңгейлеуіш көмегімен келтіреді де, жіптер торының негізгі горизонталь штрихын нивелирден 15-20 мм қашықтықта орналасқан жақсы көрініп тұратын нүктеге ілінген жіпті тіктеуішке нысаналайды. Жетекші бұрамамен нивелирдің дүрбісін азимут бойынша ақырын айналдырып, вертикаль штрихтың бақыланып отырған нүктеден шығып кетпеуін қадағалайды. Егер осы кезде вертикаль штрих тіктеуіштің жібінен 1 мм-ден артық шығып кетсе, онда торды орнатуды түзету керек. Түзету тордың



5.6-сурет. Нивелирді тексеру кезіндегі осьтердің орналасу схемасы:
 а, б, в, г – дөңгелек деңгейлеуіш үлбіреуінің жағдайы

диафрагмасын бұру арқылы оның вертикаль жібі тіктеуіштің жібімен беттескенінше жасалады.

3. Цилиндрлік деңгейлеуіштің осі дүрбінің нысаналау осіне параллель болуы тиіс: $U-U_1$ II $V-V_1$ (5.6, в-сурет). Тексеруді алға екі мәрте нивелирмен орындайды. 50-75 м қашықтықта екі қазықшаны немесе үлкен шегені қағады. Нивелирді A нүктесінің үстіне орнатып, нивелирдің биіктігін i_1 рейкамен 1 мм-ге дейінгі дәлдікпен өлшейді де, B нүктесіне қойылған рейкадан P_1 есептеуін алады. Содан кейін нивелирмен рейканың орындарын ауыстырып, i_1 және P_2 өлшеулерін алады. Бұдан кейін деңгейлеуіштің осімен дүрбінің нысаналау осінің параллель шартының қателігінің сақталмауын x мына формуламен есептеп шығарады:

$$x = \frac{i_1 + i_2}{2} - \frac{P_1 + P_2}{2}.$$

Егер x қателігі 4 мм-ден асып кетсе, онда элевациялық бұрамамен орта жіпті рейкадағы $P'_2 = P_2 - x$ дұрыс есептеуге нысаналайды да, деңгейлеуіштің вертикаль түзету бұрамаларымен 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 5.7-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, рейка-

лардан a_1 және b_1 есептеулерін алып, биікайырымды $h_1 = a_1 - b_1$ анықтайды. Содан кейін дөңгелек деңгейлеуіштің үлбіреуігін (5.6, г-сурет) 2,3,4 және 5-жағдайларға 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.

Дөңгелек деңгейлеуіштің 2-5 жағдайларда алынған биікайырымдардың орташа мәндері 1-жағдайда алынған биікайырымның мәнінен (7 мм-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.

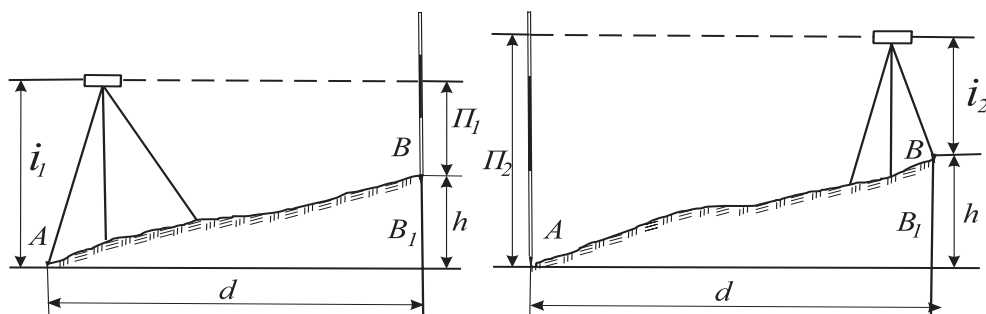
Нивелирлік рейкаларды тексеру. Рейканың бір метрінің орташа ұзындығын анықтау

Бұл тексеру арнайы бөлмеде орындалады. Рейканы горизонталь күйде 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 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



5.7-сурет. Нивелирдің компенсациясыздығы қателігін анықтау

барлық ұзындығындағы қателік ± 2 мм-ден аспауы тиіс.

Рейкалардың қызыл және кара жақтарының нөлдік биіктіктерінің айырымын анықтау

Осы шарттың мәнін анықтау үшін нивелирді орнатып, жұмыс жағдайына келтіреді. Нивелирден 20-30 метр қашықтықта темір немесе ағаш қазықшалармен жергілікті жерде төрт нүктені бекітеді. Осы нүктелерге рейканы ретімен тік орнатып, нивелирдің дүрбісін рейкаға нысаналайды. Одан кейін цилиндрлік деңгейлеуіштің үлбіреуігін ампуланың ортасына кел-

тіріп, рейканың қара және қызыл есептеулерін алады. Осыдан қызыл жақтарының есептеулерін алып тастап, рейкалардың нөлдік биіктіктерінің айырымын алады.

Егер әр нүктедегі алынған айырымдар 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 кара жақтарының нөлдік биіктіктерінің айырымын анықтауды қайталайды. Рейканың нөлдік биіктігінің айырымын анықтау 5.3-кестеде көрсетілген.

5.3-кесте

Рейканың нөлдік биіктігінің айырымын анықтау

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	

5.5. Биікайырымды өлшеу үшін нивелирді жұмыс жағдайына келтіру

Нивелирді бақылауға дайындау екі іс-әрекеттен тұрады:

1. Нивелирдің осін тік жағдайға келтіру;

2. Дүрбіні бақылау үшін орнату;

3. Нивелирдің осін тік жағдайға нивелирлердің құрылмасына байланысты келтіру.

1.1. Дөңгелек және цилиндрлік деңгейлеуіштермен нивелирдің осін тік жағдайға келтіру үшін алдын ала орнату, дөңгелек деңгейлеуіштің көмегімен (көтеру бұрамаларымен) және ақырғы орнату цилиндрлік деңгейлеуіштің көмегімен (элевакуциялық винтпен) орындалады.

Тексерілген нивелирді алдын ала орнату үшін, оны штативке стан бұрамасымен бекітеді. Штативтің аяқтарымен әрекет жасай отырып, оның басын көзге сәйкес горизонталь жағдайға келтіріп орнатады. Осыдан кейін көтеру бұрамаларының көмегімен дөңгелек деңгейлеуіштің үлбіреуігін нөл пунктке келтіреді.

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

1.2. Компенсатормен. Мұнда нивелирдің осін тік жағдайға келтіру

дөңгелек деңгейлеуіштің көмегімен орындалады. Бұл іс-әрекет жоғарыда айтылған 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 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 төлкесін 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 бұрамасымен қысып бекітеді. Рейканың анық көрінісін, кремальераның сақинасын айналдыра отырып алуға қол жеткізеді.

2.3. Жетекші бұрамамен жіптер торының центрін рейканың ортасына бағыттайды. Рейканың анық көрінісін алғаннан кейін, жайлап 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 A және B (5.8-сурет) нүктелерінің дәл ортасындағы C нүктесіне орнатылады, ал A және B нүктелеріне бірдей рейкалар қойылады.

Дүрбінің нысаналау осін горизонталь жағдайына келтіреді де нивелирдің дүрбісін біртіндеп рейкаларға нысаналайды. Бұдан кейін W және Π есептеулерін алады, олар нысаналау сәулесінен A және B нүктелеріне

дейінгі кесінділер болып саналады. Мұнда A және B нүктелерінің арасындағы биікайырым h мына формула бойынша есептеледі:

$$h = 3 - \Pi$$

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

Егер A нүктесінің биіктік белгісінің мәні H_A белгілі болса, онда келесі B 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 AG деп аталалып, былайша анықталады

$$AG = H_A + 3 = H_B + \Pi.$$

Егер рейканы аралықтағы D 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.

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 ниверлирлеу 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 (5.4-кесте).

5.4-кесте

Техникалық нивелирлеу жүрісінің мүмкін болатын ұзындығы, км

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	1,5	6	12
Екі торапты нүктелер арасында	1,0	4	8

Нивелирлеу бір бағытта орындалады. Рейкалар бойынша есептеулер тек қана орта жіптен алынады. Әдеттегі 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 горизонтын 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) (5.5-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-бағандарына 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-бағанына жазады. Қара $1933-1761=+0172$ (5) және қызыл $6717-6543=+0174$ (6) есептеулерінің айырымының мәндерін журналдың 6-бағанына 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-бағанына жазылады.

Бұдан кейін артқы рейкашы X нүктесіне, ал бақылаушы 2-станцияға көшеді, ПК-О пикетте тұрған рейкашы рейканың қара жағын нивелир-

ге қаратады. Нивелирді жұмыс жағдайына келтіргеннен кейін дүрбіні ПК-О-ге нысаналайды да рейканың қара жағынан 0353 (8) есептеуін алады, содан кейін дүрбіні X -ке нысаналап, 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 ± 4 мм-ден аспайтынына көзі жеткеннен кейін орташа салыстырмалы биіктік -2067 -ні (14) тауып, оны 7-бағанға 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 5.5-кестенің 7-бағанына 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 тексе-

ру жасалып біткеннен кейін, жүрістің үйлеспеушілігін есептеп шығаруға кіріседі (5.5-кесте).

1. 5.5-кестедегі техникалық нивелирлеу журналының 3-бағанына

артқы рейканың қара және қызыл жақтары бойынша алынған барлық есептеулердің қосындысын $\sum 3$ жазады да, оларды α әрпімен белгілейді.

Журналдың бірінші бетін тексеру:

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

Журналдың екінші бетін тексеру:

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

Жалпы тексеру:

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

2. Алдыңғы рейкадан дәл осылай алынған барлық есептеулердің қосындысын $\sum II$ 4-бағанға жазып, оны ν әрпімен белгілейді.

Журналдың бірінші бетін тексеру:

$$\sum II = \nu_1 = 1761 + 6543 + 7200 + 2212 + 6996 + 2258 + 7038 + 0960 + 5740 = 43128.$$

Журналдың екінші бетін тексеру:

$$\sum II = \nu_2 = 0430 + 5212 + 1764 + 6544 + 1512 + 6292 + 0112 + 4892 + 1858 + 6638 = 35254$$

Жалпы тексеру:

$$\sum II = \nu = \nu_1 + \nu_2 = 43128 + 35254 = 78382 \text{ мм.}$$

3. Рейкалардың қара және қызыл жақтарының көмегімен алынған салыстырмалы биіктіктерді есептеп шығарады да, 5.5-кестенің 6-бағанына жазады.

$$h_k = 3_k^{RpII} - II_K^{ГКО} = 1933 - 1761 = +172 \text{ мм,}$$

$$h_{кл}^1 = 3_{кл}^{RpII} - II_{кл}^{ГКО} = 6717 - 6543 = +174 \text{ мм,}$$

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

$$h_{кл}^2 = 3_{кл}^{ГКО} - II_{кл}^X = 5133 - 7200 = -2067 \text{ мм,}$$

$$h_K^3 = 3_K^X - II_K^{ГК1} = 0125 - 2212 = -2087 \text{ мм,}$$

$$h_{кл}^3 = 3_{кл}^X - II_{кл}^{ГК1} = 4907 - 6996 = -2089 \text{ мм,}$$

$$h_k^4 = 3_k^{ГK1} - П_{\kappa}^{ГK2} = 0256 - 2258 = -2002 \text{ мм},$$

$$h_{\kappa\lambda}^4 = 3_{\kappa\lambda}^{ГK1} - П_{\kappa\lambda}^{ГK2} = 5036 - 7038 = -2002 \text{ мм},$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Одан әрі биікайырымның орташа мәнін анықтап 5.5-кестенің 7-бағанына жазады:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5. Есептелген биікайырымдардың қосындысын 5.5-кестенің 6-бағанына жазады.

Журналдың бірінші бетін тексеру:

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

Журналдың екінші бетін тексеру:

$$\sum h_2 = h_k^6 + h_{kl}^6 + h_k^7 + h_{kl}^7 + h_k^8 + h_{kl}^8 + h_k^9 + h_{kl}^9 + h_k^{10} + h_{kl}^{10} = 226 + 226 + 394 + 396 + 783 + 785 + 2143 + 2145 + (-497) + (-495) = +6106 \text{ мм}$$

Жалпы тексеру:

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

6. Орташа биікайырымдардың қосындысын 5.5-кестенің 7-бағанына жазады.

Журналдың бірінші бетін тексеру:

$$\sum h_{opt1} = h_0^1 + h_0^2 + h_0^3 + h_0^4 + h_0^5 = 173 + (-2067) + (-2088) + (-2002) + (-581) = -6565 \text{ мм}$$

Журналдың екінші бетін тексеру:

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

Техникалық нивелирлеу журналы

Станция нөмірі	Пикеттің нөмірі	Рейкадағы есептеулер, мм			Есептелген биік айырым, мм	Орташа биік айырым, мм	Түзетілген биік айырым, мм	Аспаптың горизонты, м	Абсолют биіктік, м
		Артқы	Алдыңғы	Аралық					
I	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
V			7038		-2002				
	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:

$$\sum 3_1 = a_1 = 29998; \sum \Pi_1 = e_1 = 43128; \sum h_1 = -13130 : 2 = \sum h_{opm1} = -6565$$

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

5.5-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УІ	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
УІІ			5212		+226				
	ГК3+53,3	2158	1754		+394	+1			10,668
	ГК4	6940	6544		+396	+395	+396		11,064

УШ	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
	Rp18	6143	6638		-495	-496	-494			13,500

Журналдың екінші бетін тексеру:

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

$$a_2 - e_2 = 41360 - 35254 = +6106 : 2 = +3053 \qquad \sum h_T = 35_{mm}$$

Жалпы тексеру:

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

$$a - e = 71358 - 78382 = -7024 : 2 = -3512 \quad f h_{u.m} = \pm 50 \sqrt{L} = \pm 50 \sqrt{1} = \pm 50_{mm}$$

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 қосын-

дысына $\sum h_{02}$ тең болуы тиіс, яғни $\sum h_{01} = \sum h_{02}$, демек, үйлеспеушілігі:

$$fh_D = \sum h_{01} - \sum h_{02}$$

12. Егер нивелирлеу тура және кері жүрістермен жасалса, онда тура жүрістің биікайырымдардың қосындысының $\sum h_{от}$ абсолют шамасы кері жүрістің биікайырымдардың қосындысының кері шамасына $\sum h_{ок}$ тең болуы керек, яғни: $\sum h_{от} = -\sum h_{ок}$.

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

($fh \leq fh_{шт.}$), 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 5.5-кестенің 8-бағанына 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.

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

15. Түзетілген биікайырымдар бойынша негізгі байланыстыру нүктелерінің биіктік белгілерін есептеп шығарып 5.5-кестенің 10-бағанына жазады:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$H_{Rp18\text{есеп.}} = H_{Rp18\text{беріл.}} = 13,5001 = 13,500.$$

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 AG мына формула бойынша табамыз да, 5.5-кестенің 9-бағанына жазамыз.

$$AG_1 = H_{ГК-1} + 3_{ГК-1}^K = 13,022 + 0256 = 13,278 м ,$$

$$AG_2 = H_{ГК-2} + 3_{ГК-2}^K = 11,021 + 0378 = 11,399 м ,$$

$$AG_3 = H_{ГК-3} + 3_{ГК-3}^K = 10,441 + 0556 = 11,097 м ,$$

$$AG_4 = H_{ГК-4} + 3_{ГК-4}^K = 11,064 + 2295 = 13,359 м .$$

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 (плюс-тік) нүктелердің биіктік белгілерін аспаптың горизонтының биіктік белгісінен тиісті аралық нүктелерге қойылған рейканың қара жағынан алынған есептеулерді алып тастау арқылы табады да, 5.5-кестенің 10-бағанына жазады.

$$H_{ГК-1-он+12} = AГ_1 - C_{он+12} = 13,278 - 2302 = 10,976 м,$$

$$H_{ГК-1-он+20} = AГ_1 - C_{он+20} = 13,278 - 0628 = 12,650 м,$$

$$H_{ГК-1-сол+10} = AГ_1 - C_{сол+10} = 13,278 - 1948 = 11,330 м,$$

$$H_{ГК-1-сол+20} = AГ_1 - C_{сол+20} = 13,278 - 1678 = 11,600 м,$$

$$H_{ГК-2+20} = AГ_2 - C_{+20} = 11,399 - 1618 = 9,781 м,$$

$$H_{ГК-2+46,5} = AГ_2 - C_{+46,5} = 11,399 - 0720 = 10,679 м,$$

$$H_{ГК-3+10,2} = AГ_3 - C_{+10,2} = 11,097 - 1784 = 9,313 м,$$

$$H_{ГК-3+20,3} = AГ_3 - C_{+20,3} = 11,097 - 2355 = 8,742 м,$$

$$H_{ГК-3+46,5} = AГ_3 - C_{+46,5} = 11,097 - 2353 = 8,744 м,$$

$$H_{ГК-4+40,5} = AГ_4 - C_{+40,5} = 13,359 - 2436 = 10,923 м.$$

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 210×40см өлшемдегі миллиметрлік қағазы, жұмыс дәптері, ЭЕМ және сызу саймандары.

Нивелирленген трассаның нүктелерінің есептеліп шығарылған биіктік белгілері бойынша оның профилі салынады. Профильді 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:

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

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

3. Арақашықтық бағанына қабылданған масштабқа сәйкес пикеттер мен аралық нүктелер арасындағы горизонталь арақашықтықтарды салады. Содан кейін осы арақашықтықтарды 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

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

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

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

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

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

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

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

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;

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

$H_{ПК-0}^{жс}, \dots, H_{ПК-6}^{жс}$ – жобалау

сызықтарының басы мен соңының профильден графикалық түрде алына-тын жобалық биіктік белгілері.

5. Трасса нүктелерінің жобалық биіктік белгілерін мына формуламен есептейді:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

мұндағы $d_{ПК-0-ПК-2}$, $d_{ПК-2-ПК-4}$,
 $d_{ПК-4-ПК-6}$ – трассаның бастапқы нүкте-
 сінен ГК-2; ГК-4, ГК-6 нүктесіне
 дейінгі горизонталь арақашықтығы;
 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 та-
 былған биіктік белгілерінің айырымы
 ретінде анықтайды, яғни:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$h_{ПК-4}^{жсум} = H_{ПК-4}^{жс} - H_{ПК-4}^T = 11,00 - 11,06 = -0,06 м,$$

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

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

$$h_{ПК-6}^{жсум} = H_{ПК-6}^{жс} - H_{ПК-6}^T = 13,00 - 13,99 = -0,99 м.$$

Жұмыс жасау биіктік белгілері осы
 нүктедегі қазудың тереңдігін неме-
 се толтырудың биіктігін анықтайды.

Жер қазу жұмыстарын жүргізгенде
 осы цифрлар өте маңызды цифрлар бо-
 лып 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 арақашықтықты мына формуламен есептейді:

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

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

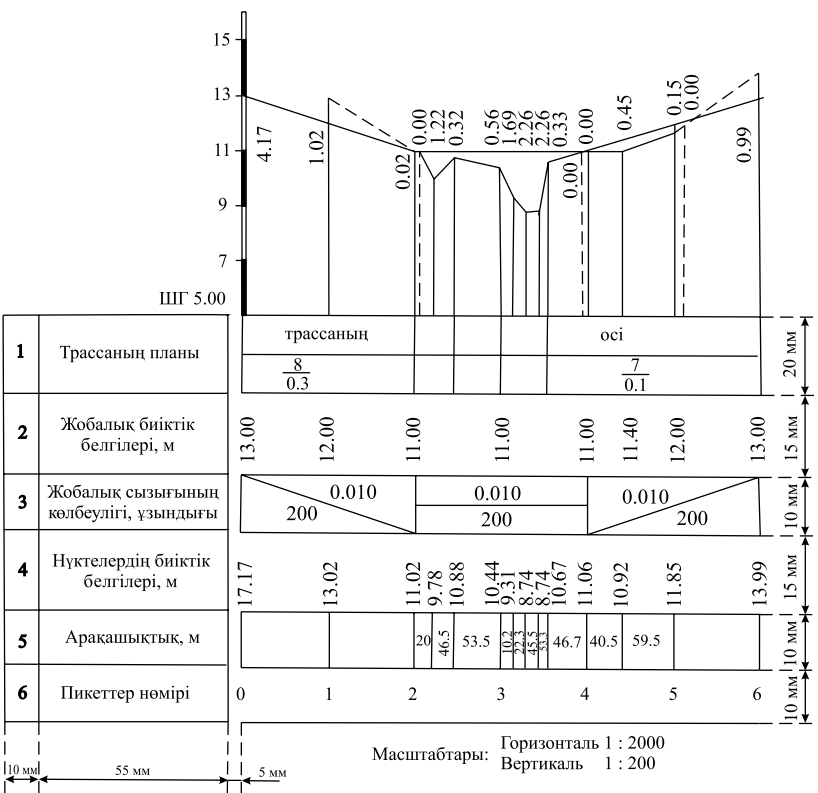
$$d = x + y = 13,16 + 86,84 = 100 \text{ м}.$$

Осы нүктелердің жұмыс жасау биіктік белгілері нөлге тең болатын-

дықтан 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 тушыпен 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.



5.10-сурет. Трассаның бойлық профілі

6-тарау. Топографиялық түсірістің 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 ведомосы, жұмыс дәптері, «1:5000-1:500 масштабтағы топографиялық пландар үшін шартты белгілер» (оқу құралы), А3 форматтағы қағаз, Дробышев сызғышы немесе 30 см-лік металл сызғыш, масштабтық сызғыш, транспортир, циркуль-өлшеуіш, қаттылығы 2Т, 3Т, 4Т қарындаштары, түрлі-түсті туштыр және тригонометриялық функциялардың кестелері.

Белгілі бір жер аумағының 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 арақашықтықты өлшеу үшін таспалар (рулеткалар) және оптикалық қашықтық өлшеуіштер пайдаланылады. Теодолиттік түсіріс өнеркәсіптік құрылыс алаңында 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:

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

Жергілікті жерді рекогносцировкалау және нүктелерді немесе пункттерді бекіту

Рекогносцировка кезінде геодезиялық тірек жүйесінің пункттері іздеп табылады және жүргізілетін теодолиттік жүрістердің және неғұрлым қолайлы орындары белгіленеді.

Рекогносцировканың нәтижесін ірі масштабтағы немесе жұмыс барысында жасалған схемаға түсіреді. Жергілікті жерде тұйықталған және

тұйықталмаған (диагональ) теодолиттік жүрістер жүргізіледі (6.1-сурет). Осы теодолиттік жүрістердің бұрылу нүктелерін қазықшамен, шегемен, үлкен шегемен, металл құбырлармен 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 мынадай жұмыстар жүргізіледі:

- 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 $v \geq \pm 2^{\circ}$ болса, онда олардың горизонталь ұзындықтарын есептеп шығарады. Гори-

зонталь бұрыштарды бір толық тәсілдер жолымен өлшегенде жартылай тәсілдер арасында лимбаның орнын 90^0 -қа ауыстырады;

- сызықтың ұзындықтарын 20 м-лік өлшеуіш таспамен 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 салыстырмалы қателік 1-разрядты жүрістерде ұзындық 1:2000-нан, ал 2-разрядты жүрістер де 1:1000-нан аспауы керек.

Теодиттік түсіріс пункттерінің қабырғалары арасындағы горизонталь бұрыштарды өлшеу нәтижелері 6.1-кестеде көрсетілген журналға жазылады.

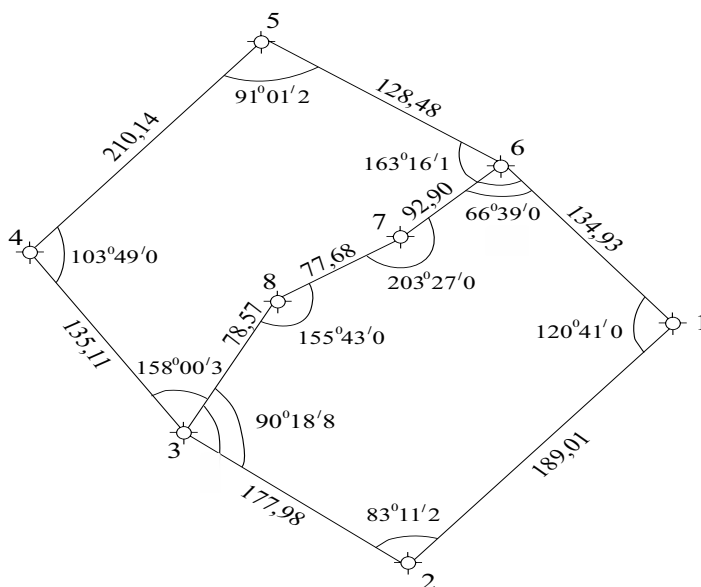
Бұрыштарды және пункттер арасындағы қашықтықты өлшеудің нәтижелерін және олардың орта мәнін жазу түсіріс негіздеуінің қабырғаларының арасындағы горизонталь бұрыштарды өлшеу журналында келтірілген, ал олар 6.1-суреттегі түсірістің пландық негіздеуіндегі теодолиттік жүрістер схемасында көрсетілген.

6.1-кесте

Түсіріс негіздеуінің қабырғалары арасындағы горизонталь бұрыштарды өлшеу журналы

Нүктелері		Вертикаль дөңгелектің орны	Горизонталь дөңгелектегі есептеулер	Бұрыш	Орта бұрыш	Арақашықтық	Көлбеу бұрыш	Ескерту
станция	нысаналау							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тұйықталған теодолиттік жүріс								
1	6	ОД	190°50'8	120°40'8	120°41'0	1-2		Теодолит 2Т5КП Таспа ЛЗ-20
	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					



6.1-сурет. Түсірістің пландық негіздеуінің схемасы

Жергілікті жердің контуры мен жай-жапсарын түсіру

Теодолиттік түсіріс кезінде жергілікті жердегі нысандардың және нүктелердің орнын анықтауда келесі тәсілдер қолданылады.

1. **Перпендикулярлар тәсілі** анықталатын нүктеден теодолиттік жүрістің қабырғасына түсірілген жергілікті жердегі перпендикулярдың ұзындығын және жүрістің нүктесінен перпендикулярдың табанына дейінгі арақашықтықты өлшеуден тұрады (6.2,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. **Жармалар тәсілі** теодолиттік жүрістің қабырғаларына тірелетін сызықтардың тұстамаларын немесе тірек нүктелерінің жармасында орналасқан нүктелерді түсіруде қолданылады (6.2,б-сурет). Бұл тәсіл кесінді сызықтардың шеткі нүктелерінің арасында көрінушілік болған жағдайда пайдаланылады. Жармалар тәсілі құрылыс салынған аймақтарды түсіруде кең қолданылады, сонымен қатар перпендикулярлар және ұзындық қиылыстыру тәсілдерімен жиі ұштастырылады.

3. **Бұрыштық қиылыстыру тәсілі**, әдетте, жетуі қиын нүктелерді түсіру үшін қолданылады (6.2,в-сурет). Нүктенің орны теодолиттік жүрістің нүктелерінен немесе қабырғаларында орналасқан нүктелерден өлшенілетін екі бұрышпен анықталады. Анық-

талатын нүктедегі бұрыштың шамасы 30-1500 аралығында болуы тиіс. Нүктенің кескінін салу транспортирмен орындалады, олардың қиылысқан жері тиісті нүктенің орны болып табылады.

4. **Ұзындық қиылыстыру тәсілі** кезінде нүктенің орны қабырғалары өлшенген үшбұрыштың төбесі арқылы анықталады. Нүктенің пландағы орнын табу үшін жергілікті жерде үшбұрыштың үш қабырғасының ұзындығын өлшеп, содан кейін планда олар арқылы үшбұрышты салу керек (6.2,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 тұрақты жүргізіліп, оның бір шеті полюс ретінде қабылданады. Түсірілетін нүктенің орны екі координаталармен: тұрақты сызықтан

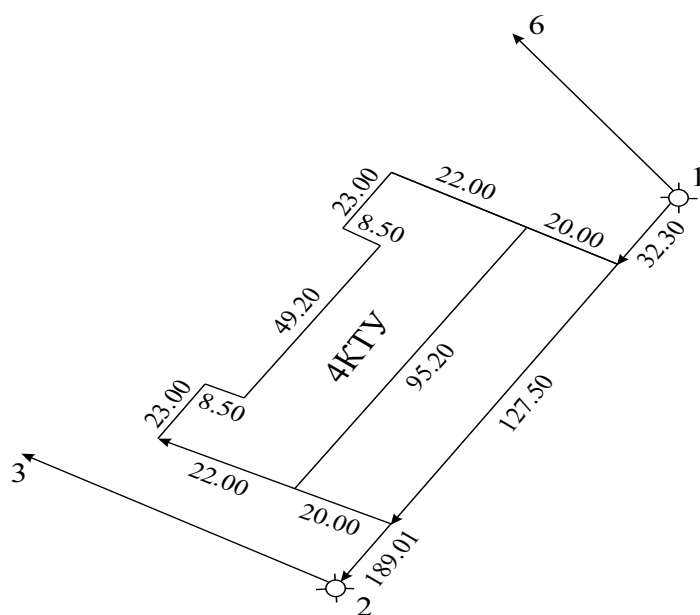
берілген нүктенің бағытына дейінгі есептелетін горизонталь бұрышпен және полюс пен осы нүктеге дейінгі арақашықтықпен анықталады. Бұрыштарды полюсте орнатылған теодолитпен, ал арақашықтықтарды өлшеуіш таспамен, рулеткамен және қашықтық өлшеуішпен өлшейді (6.2,д-сурет).

Жергілікті жердің контурларын, түсіріс нәтижелерін, кесінді сызықтардың ұзындықтарын өлшеу журналынан абриске енгізеді. Абрис схематикалық сызба болып табылады, бірақ ол жергілікті жердің контурларының өзара және тірек сызықтарының орналасу реттерін міндетті түрде сақтай отырып, анық әрі мұқият салынады. Абристегі жазулар қарапайым қарындашпен, контурлардың түзу учаскелері сызғышпен түсіріледі. Абристі салғанда ондағы орналасатын бедерлер мен жазулардың анық және қолайлы орналасуын қамтамасыз ететін масштаб таңдалуы тиіс.

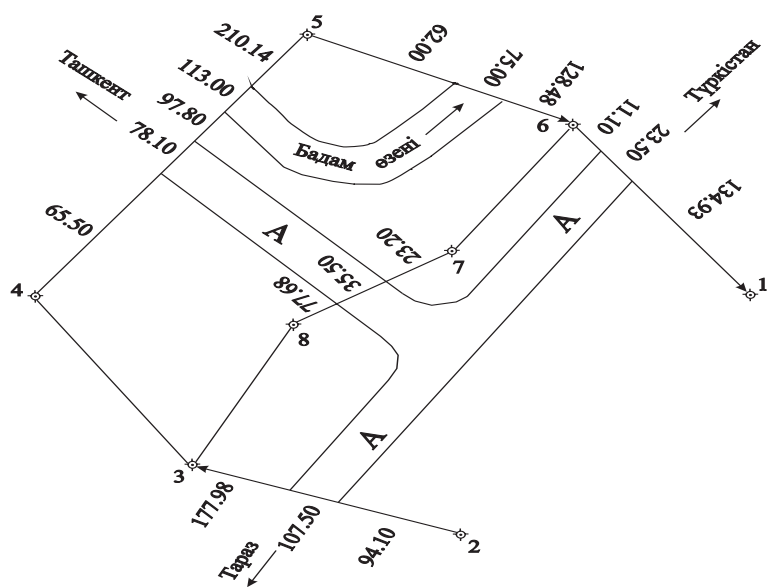
6.2-кесте

Түсіру нәтижесі кестеде келтірілген.

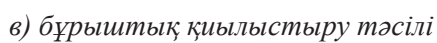
Реттік қатары	Арақашықтық	Бұрыштар
1	73,86	9°30'
2	61,13	15°15'
3	75,56	25°00'
4	65,34	37°30'
5	84,45	39°45'
6	67,85	47°30'
7	84,12	52°30'
8	63,32	60°45'
9	78,00	67°00'
10	57,85	74°30'
11	70,90	85°30'

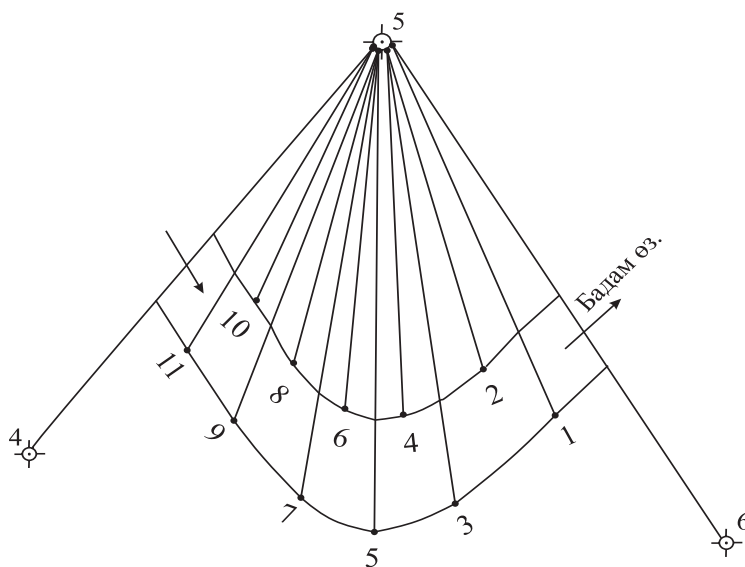


а) перпендикулярлар тәсілі



б) жармалар тәсілі





д) полярлық координаталар тәсілі

6.2-сурет. Жергілікті жердегі нүктелердің орнын анықтау тәсілдері

6.4. Теодолиттік түсірістегі далалық өлшеулердің нәтижелерін өңдеу

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

Тұйықталған теодолиттік жүрістегі нүктелердің координаталарын есептеу

Тұйықталған теодолиттік жүрістегі нүктелердің координаталарын есептеп шығару жолының мысалын қарастыралық. Есептеп шығару үшін

арнайы ведомосты қолданып (6.3-кесте), төмендегі ретпен жасалады.

1. Бұрыштарды өлшеу журналынан 2-бағанға горизонталь бұрыштардың $\beta_1=120^{\circ}41'0$, $\beta_2=83^{\circ}11'2$, $\beta_3=158^{\circ}00'3$, $\beta_4=103^{\circ}49'0$, $\beta_5=91^{\circ}01'2$, $\beta_6=163^{\circ}16'1$ орташа мәнін жазып алады (6.3-кесте).

2. Ведомостың 5-бағанына 1-2 қабырғасының бастапқы дирекциондық бұрышын $\alpha_{1,2}=203^{\circ}33'3$ және 7-бағанға теодолиттік жүрістің қабырғаларының горизонталь ұзындықтарын енгізеді.

3. Өлшенген бұрыштардың практикалық қосындысын есептейді:

$$\sum \beta_{np} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6 = 120^{\circ}41'0 + 83^{\circ}11'2 + 158^{\circ}00'3 + 103^{\circ}49'0 + 91^{\circ}01'2 + 163^{\circ}16'1 = 719^{\circ}58'8.$$

Теодолиттік жүрістің нүктелерінің координаталарын есептеу ведомосы

Горизонталь бұрыштар				Дирекционный бұрыштар, α				Кестелік бұрыштар (румбалар)	Горизонталь арақашықтық, d, м	Есептелген				Түзетілген				Координаталар өсімшелері				Координаталар					
өлшенген		түзетілген		түзету		түзету				±		Δx		түзету		±		Δx		Δy		±		X		±	
Нүктелердің нөмірі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21						
Тұйықталған геодездітік жүріс																											
1	120°41'0	+02	120°41'2	203°33'3	203°33'3	ОБ:23°33'3	189,01	-	173,26	-0,06	-	75,53	-0,01	-	173,32	-	75,54	+	500,00	+	500,00	+	500,00				
2	83°11'2	+02	83°11'4															+	326,68	+	424,46						
3	158°00'3	+02	158°00'5		300°21'9	СБ:59°38'1	177,98	+	89,97	-0,06	-	155,56	-0,01	-	+89,91	-	153,57										
4	103°49'0	+02	103°49'2		322°21'4	СБ:37°38'6	135,11	+	106,98	-0,05	-	82,52	-0,01	+	106,93	-	82,53	+	416,59	+	270,89						
5	91°01'2	+02	91°01'4		38°32'2	СШ:38°32'2	210,14	+	164,37	-0,06	+	130,92	-0,02	+	164,31	+	130,90	+	523,52	+	188,36						
6	163°16'1	+02	163°16'3		127°30'8	ОШ:52°29'2	128,48	-	78,24	-0,05	+	101,91	-0,01	-	-78,29	+	101,90	+	687,83	+	319,26						
					144°14'5	ОШ:35°45'5	134,93	-	109,49	-0,05	+	78,85	-0,01	-	-109,54	+	78,84	+	609,54	+	421,16						
1																		+	500,00	+	500,00						
Σβ _{np} = 719°58'8						ΣP = 975.65		f _x = +0.33 м			f _y = +0.07 м			f _x = 0			f _y = 0										
						f _{abc} = √fx² + fy² = √0,33² + 0,07² = +0,34 м																					
Σβ _m = 720°00'0																											
fβ = -1'2																											

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

$f_{\text{сэл}} = \frac{1}{\Sigma P : f_{abc}} = \frac{1}{N} \leq \frac{1}{2000} = \frac{1}{2869} \leq \frac{1}{2000}$

Есептеген: _____

Тексерген: _____

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 f_β үйлеспеушіліктің 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:

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

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

басын үйлеспеушіліктің таңбасына кері етіп түзетулер 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, әр түрлі таңбалы түзетулер енгізілуі мүмкін.

8. 4-бағанға 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:

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

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

$$\alpha_{4-5} = \alpha_{3-4} + 180^\circ - \beta_{T.4}^{OH} = 322^\circ 21' 4'' + 180^\circ - 103^\circ 49' 2'' = 398^\circ 32' 2'' - 360^\circ = 38^\circ 32' 2''$$

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

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

Немесе $\alpha_n = \alpha_{n-1} - 180^\circ + \beta_{T.n-1}$, мұндағы $\beta_{T.1,2,3,4,5,6}^{OH}$, $\beta_{T.n-1}^{COL}$ – жүріс-тегі 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.

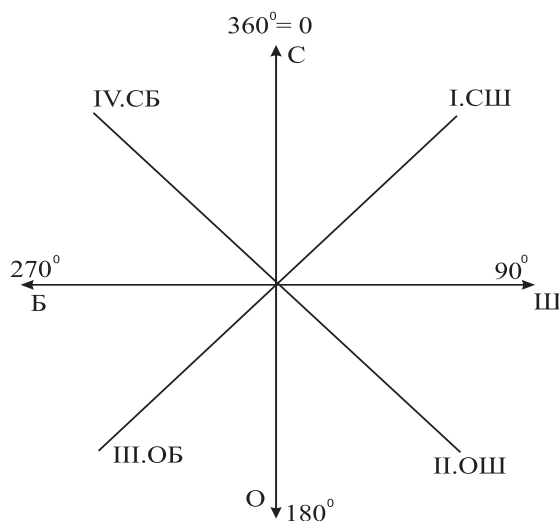
$$\sum \beta_{\text{түзет}} = \sum \beta_{\text{теор}} = 720^\circ 00' 0'' = 720^\circ 00' 0''.$$

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-бағанға жазады:

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

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

12. Румбалардың мәндерін мына формулаларды қолданып, есептеп шығарып 6-бағанға жазады (6.3-сурет)



6.3-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: $r_4 = 360^\circ - \alpha_4$.

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

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

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

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

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

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

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

формуланың көмегімен анықтауға болады:

$$d = D \cos v$$

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

$$\Delta x_{1-2} = d_{1-2} \cdot \cos \alpha_{1-2} = 189,01 \cdot \cos 203^\circ 33' 3 = 189,01 \cdot (-0,91667688) = -173,26 \text{ м},$$

$$\Delta y_{1-2} = d_{1-2} \cdot \sin \alpha_{1-2} = 189,01 \cdot \sin 203^\circ 33' 3 = 189,01 \cdot (-0,399629199) = -75,53 \text{ м},$$

$$\Delta x_{2-3} = d_{2-3} \cdot \cos \alpha_{2-3} = 177,98 \cdot \cos 300^\circ 21' 9 = 177,98 \cdot 0,50550679 = +89,97 \text{ м},$$

$$\Delta y_{2-3} = d_{2-3} \cdot \sin \alpha_{2-3} = 177,98 \cdot \sin 300^\circ 21' 9 = 177,98 \cdot (-0,862822626) = -153,56 \text{ м},$$

$$\Delta x_{3-4} = d_{3-4} \cdot \cos \alpha_{3-4} = 135,11 \cdot \cos 322^\circ 21' 4 = 135,11 \cdot 0,791827958 = +106,98 \text{ м},$$

$$\Delta y_{3-4} = d_{3-4} \cdot \sin \alpha_{3-4} = 135,11 \cdot \sin 322^\circ 21' 4 = 135,11 \cdot (-0,610744205) = -82,52 \text{ м},$$

$$\Delta x_{4-5} = d_{4-5} \cdot \cos \alpha_{4-5} = 210,14 \cdot \cos 38^\circ 32' 2 = 210,14 \cdot 0,782209615 = +164,37 \text{ м},$$

$$\Delta y_{4-5} = d_{4-5} \cdot \sin \alpha_{4-5} = 210,14 \cdot \sin 38^\circ 32' 2 = 210,14 \cdot 0,623015342 = +130,92 \text{ м},$$

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

$$\Delta y_{5-6} = d_{5-6} \cdot \sin \alpha_{5-6} = 128,48 \cdot \sin 127^\circ 30' 8 = 128,48 \cdot 0,793211653 = +101,91 \text{ м},$$

$$\Delta x_{6-1} = d_{6-1} \cdot \cos \alpha_{6-1} = 134,93 \cdot \cos 144^\circ 14' 5 = 134,93 \cdot (-0,811488997) = -101,49 \text{ м},$$

$$\Delta y_{6-1} = d_{6-1} \cdot \sin \alpha_{6-1} = 134,93 \cdot \sin 144^\circ 14' 5 = 134,93 \cdot 0,584367698 = +78,85 \text{ м}.$$

Координаталар өсімшелерінің таңбалары берілген бағыттың қай ширекте жатқанына байланысты бола-

ды, яғни қабырғаның дирекциондық бұрышының мәнімен анықталады (6.4-кесте).

6.4-кесте

Координаталар өсімшелерінің таңбалары

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 ведомосының 9 және 12-бағанына жазады. Сонымен қатар, координаталар өсімшелерін румбалардың мәндерімен мына формулалармен есептеп шығаруға болады:

$$\Delta x = \pm d \cos r, \quad \Delta y = \pm d \sin r.$$

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

$$f_y = \Delta y_{1-2} + \Delta y_{2-3} + \Delta y_{3-4} + \Delta y_{4-5} + \Delta y_{5-6} + \Delta y_{6-1} = (-75,53) + (-153,56) + (-82,52) + 130,92 + 101,91 + 78,85 = +0,07_m$$

16. Теодолиттік жүрістің периметріндегі абсолют ұзындық үйлес-

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

пеушілікті $f_{a\bar{b}\bar{c}}$ мына формула бойынша анықтайды

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

17. Теодолиттік жүрістегі бұрыштық және ұзындық өлшеулердің дәлдігі салыстырмалы ұзындық үйлеспеушіліктің шамасымен бағаланады, ол абсолют ұзындық үйлес-

пеушілігіне $f_{a\bar{b}\bar{c}}$ тура пропорционал, ал полигонның периметріне $\sum P$ кері пропорционал болады, оның мәні периметрдің $\frac{1}{2000}$ бөлігінен аспауы тиіс

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

мұндағы $X_{1,2,3,4,5,6}$, $Y_{1,2,3,4,5,6}$ – X немесе Y осьтеріндегі 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 6.3-кестенің 19 және 21-бағанына жазады.

Координаталарды 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 (6.1-сурет). Есептеп шығару үшін арнайы ведомост қолданылып (6.5-кесте), төмендегідей ретпен жасалады.

1. Бұрыштарды өлшеу журналынан ведомостың 2-бағанына горизонталь бұрыштардың $\beta_3 = 90^\circ 18'0$, $\beta_8 = 155^\circ 43'0$, $\beta_7 = 203^\circ 27'0$, $\beta_6 = 66^\circ 39'0$ орташа мәнін жазып алады.

2. Ведомостың 5-бағанына 2-3 қабырғасының бастапқы дирекциондық бұрышын $\alpha_{2-3} = 300^\circ 21'9$ және 6-1 қабырғасының соңғы дирекциондық бұрышын $\alpha_{6-1} = 144^\circ 14'5$ және 7-бағанға

теодолиттік жүрістің қабырғаларының горизонталь ұзындықтарын

$d_{3-8}=78,57\text{ м}$, $d_{8-7}=77,68\text{ м}$, $d_{7-6}=92,90\text{ м}$ енгізеді.

3. Өлшенген 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 $\alpha_{2-3}=300^\circ 21' 9$);

α_C – диагональ жүріс соңында жалғасқан қабырғасының дирекциондық бұрышы (біздің мысалда $\alpha_{6-1}=144^\circ 14' 5$).

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° -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:

$$f\beta = \sum \beta_{np} - \sum \beta_{теор} = 516^\circ 07' 0 - 516^\circ 07' 4 = -0' 4$$

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

$$f\beta_{ш} = \pm 1' 5 \sqrt{n} = \pm 1' 5 \sqrt{4} = \pm 3' 0.$$

7. Егер іс жүзіндегі бұрыштық үйлеспеушіліктің болуы ықтимал шекті

бұрыштық үйлеспеушіліктен аспаса $f\beta < f\beta_{ш} = +0' 4 < \pm 3' 0$, онда оны барлық бұрыштарға таңбасын теріс етіп тепетең үлестіреді, яғни (3-бағанға) 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-бағанға 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 түзе-тілген 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 теңдік бойынша тексереді:

$$\sum \beta_T = \sum \beta_{теор} = 516^0 07' 4$$

10. Бастапқы кезде диагональ жүріс жалғасатын қабырғасының дирекциондық бұрышы және түзе-тілген бұрыштарының мәні бойынша жүйелікпен диагональ жүрістің барлық қабырғаларының дирекциондық бұрыштарын есептейді:

$$\alpha_{3-8} = \alpha_{2-3} + 180^\circ - \beta_{T.3.}^{OH} = 300^\circ 21' 9 + 180^\circ - 90^\circ 18' 1 = 390^\circ 03' 2 - 360^\circ = 30^\circ 03' 8,$$

$$\alpha_{8-7} = \alpha_{3-8} + 180^\circ - \beta_{T.8.}^{OH} = 30^\circ 03' 8 + 180^\circ - 155^\circ 43' 1 = 54^\circ 20' 7,$$

$$\alpha_{7-6} = \alpha_{8-7} + 180^\circ - \beta_{T.7.}^{OH} = 54^\circ 20' 7 + 180^\circ - 203^\circ 27' 1 = 30^\circ 53' 6,$$

$$\alpha_{6-1} = \alpha_{7-6} + 180^\circ - \beta_{T.6.}^{OH} = 30^\circ 53' 6 + 180^\circ - 66^\circ 39' 1 = 144^\circ 14' 5,$$

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 (6.3-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 (6.4-кесте). Координаталар өсімшелерінің шығарылған мәндерін коор-

динаталар ведомосының 9 және 12-бағандарына жазады.

13. 9 және 12-бағандардағы немесе X және Y осьтеріндегі оң және теріс координаталар өсімшелерін жеке-жеке қосады, содан соң алгебралық қосындысын есептеп, оның нәтижесін қорытынды сызықтың астына жазады:

$$\sum \Delta x = \Delta x_{3-8} + \Delta x_{8-7} + \Delta x_{7-6} = 68,00 + 45,30 + 79,72 = +193,02 \text{ м},$$

$$\sum \Delta y = \Delta y_{3-8} + \Delta y_{8-7} + \Delta y_{7-6} = 39,36 + 63,12 + 47,70 = +150,18 \text{ м}.$$

14. Тұйықталмаған жүрістегі X және Y осьтеріндегі координаталар өсім-

шелерінің теориялық қосындысына формулалармен анықтайды:

$$\sum \Delta x_{теор} = X_C - X_B = 609,54 - 416,59 = +192,95 \text{ м},$$

$$\sum \Delta y_{теор} = Y_C - Y_B = 421,16 - 270,89 = +150,27 \text{ м}.$$

мұндағы X_B және Y_B – диагональ жүріс жалғасатын ұшының бастапқы координаты (біздің мысалда 3-нүкте, 6.3-кестеге қараңыз);

X_C және Y_C – диагональ жүріс жалғасатын ұшының соңғы коорди-

наты (біздің мысалда 6-нүкте, 6.3-кестеге қараңыз).

15. X және Y осьтеріндегі координаталар өсімшелеріндегі қиыспаушылықты (және) мына формулалармен анықтайды:

$$f_x = \sum \Delta x - \sum \Delta x_{meop} = 193,02 - 192,95 = +0,07 \text{ м};$$

$$f_y = \sum \Delta y - \sum \Delta y_{meop} = 150,18 - 150,27 = -0,09 \text{ м}.$$

16. Диагональ жүрістегі абсолют ұзындық үйлеспеушілікті (f_{abc}) мына формула бойынша анықтайды:

$$f_{abc} = \sqrt{fx^2 + fy^2} = \sqrt{0,07^2 + 0,09^2} = -0,11 \text{ м}.$$

17. Диагональ жүрістегі бұрыштық және ұзындық өлшеулердің дәлдігі салыстырмалы ұзындық үйлеспеушіліктің шамасымен бағаланады, ол мына формуламен анықталады:

$$f_{cal} = \frac{f_{abc}}{\sum P} = \frac{1}{\sum P : f_{abc}} = \frac{1}{N} \leq \frac{1}{1000} = \frac{1}{249,1 : 0,11} = \frac{1}{2265} \leq \frac{1}{1000}.$$

18. Егер салыстырмалы ұзындық гональ жүрістің қабырғаларының үйлеспеушілік шегінен аспаса, онда ұзындығына пропорционал етіп кері координаталар өсімшелеріне диа- 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-бағанына жазады.

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

$$\Sigma(\delta_x) = -fx = -0,07\text{ м} = +0,07\text{ м},$$

$$\Sigma(\delta_y) = -fy = +0,09\text{ м} = -0,09\text{ м}.$$

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

$$\Delta x_{T.3-8} = \Delta x_{3-8} + (\delta_x)_{3-8} = 68,00 - 0,02 = +67,98\text{ м},$$

$$\Delta y_{T.3-8} = \Delta y_{3-8} + (\delta_y)_{3-8} = 39,36 + 0,03 = +39,39\text{ м},$$

$$\Delta x_{T.8-7} = \Delta x_{8-7} + (\delta_x)_{8-7} = 45,30 - 0,02 = +45,28\text{ м},$$

$$\Delta y_{T.8-7} = \Delta y_{8-7} + (\delta_y)_{8-7} = 63,12 + 0,03 = +63,15\text{ м},$$

$$\Delta x_{T.7-6} = \Delta x_{7-6} + (\delta_x)_{7-6} = 79,72 - 0,03 = +79,69\text{ м},$$

$$\Delta y_{T.7-6} = \Delta y_{7-6} + (\delta_y)_{7-6} = 47,70 + 0,03 = +47,73\text{ м}.$$

21. Әрбір осьтегі түзетілген координаталар өсімшелерінің алгебралық

қосындысы өсімшелердің теориялық қосындысына тең болуы тиіс:

$$\Sigma \Delta X_T = \Sigma \Delta X_{теор} = +192,95 = +192,95\text{ м},$$

$$\Sigma \Delta Y_T = \Sigma \Delta Y_{теор} = +150,27 = +150,27\text{ м}.$$

22. Түзетілген өсімшелер және бастапқы нүктенің координаталары (біздің мысалда 3-нүкте) бойын-

ша жүйелі түрде диагональ жүрістің барлық ұштарының координаталарын есептеп шығарады:

$$X_8 = X_3 + \Delta X_{T.3-8} = 416,59 + 67,98 = +484,57\text{ м},$$

$$Y_8 = Y_3 + \Delta Y_{T.3-8} = 270,89 + 39,39 = +310,28\text{ м},$$

$$X_7 = X_8 + \Delta X_{T.8-7} = 484,57 + 45,28 = +529,85\text{ м},$$

$$Y_7 = Y_8 + \Delta Y_{T.8-7} = 310,28 + 63,15 = +373,43\text{ м},$$

$$X_6 = X_7 + \Delta X_{T.7-6} = 529,85 + 79,69 = +609,54 \text{ м},$$

$$Y_6 = Y_7 + \Delta Y_{T.7-6} = 373,43 + 47,73 = +421,16 \text{ м}.$$

Есептеп шығарылған координаталарды 6.5-кестенің 19, 21-бағандарына жазады. Координаталарды есептеп шығарудың дұрыстығын

тексеру диагональ жүріс жалғасқан соңғы нүктенің координаталарын табу болып саналады (біздің мысалда 6-нүкте).

6.5. Теодолиттік түсірістің материалдарын графикалық түрде 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 жүріс 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. 297×420 мм (А-3) фор-

матты сызба қағазға екі қиылысатын сызықтарды (диагональдарды) металл сызғыштың көмегімен сызады және осы сызықтардың қиылысқан O нүктесінен теңдей кесінділерді $OA=OC=OD=OB$ белгілейді (6.4-сурет). Кесінділердің шеттерін түзу сызықтармен қосып $ACDB$ тікбұрышын алады. Тікбұрыштың қабырғаларындағы A және B нүктелерінен масштабтық сызғыш бойынша циркуль-өлшеуішпен X осінің бағыты бойынша 100 мм сайын кесінділерді белгілейді, ал A және C нүктелерінен Y осінің 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 0,2 мм-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 50×50 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 10 см квадраттарға бөлінетін $ABCD$ төртбұрышын салу үшін Дробышев сызғышын (6.5-сурет) қағаз бетіне оны ұзын қабырғасына параллель етіп, AD жағдайына қойып, ұшы өткір қатты қарындашпен сызғыштың ойықтарында A , 1,2,3,4 және D сызықтарын (доғаларын) сызады. Содан кейін сызғышты AB бойымен (бірінші AD жағдайына перпендикуляр) қояды, осы кезде бірінші ойықтағы кесілген шетінің ортасындағы штрихтың шеті A доғасының ортасымен сәйкестендіріліп, сызғыштың ойықтарында A , I, II, III, IV, B сызықтарын сызады. Енді сызғышты BD бойымен қойып, B сызықшасы мен бірінші ойықтың нөл штрихын сәйкестендіреді, ал бесінші ойықтың кесілген қырын D сызықшасымен беттестіріп, бұл жағдайда қарындашпен B және D доғаларын сызады, осының нәтижесінде A нүктесінде тікбұрышты ABD үшбұрышы табылады.

$ABCD$ төртбұрышын табу үшін C нүктесінде тікбұрышты BCD үшбұрышын салады. Ол үшін сызғышты қағаз бетінің басқа ұзын қабырғасына параллель етіп қойып, бірінші

ойықтың кесілген қыры B нүктесімен сәйкестендірілуі тиіс, содан кейін B , 1', 2', 3', 4', C сызықшаларын сызады. Енді сызғышты бірінші ойықтың кесілген шетінің штрихі D нүктесіндегі сызықшамен сәйкес келетіндей етіп төртінші DC бойымен қояды да, D , I, II, III, IV, C сызықшаларын сызады. Дәл осылай екінші BCD үшбұрышы салынады.

Үшбұрышты салуды тексеру үшін сызғыштың бірінші ойығындағы штрихтың шетін A нүктесіндегі сызықшамен сәйкестендіргенде, бесінші ойықтағы штрихтың шеті C нүктесіндегі штрихтердің қиылысуымен тура келуі тиіс. Демек, A , B , C және D 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 B және C , A және D , A және B , D және C аттас нүктелеріне тақап ұстап сызықтарды жүргізеді. Осы сызықтардың белгіленген сызықшаларымен қиылысқан жерлері қабырғасы 100 мм квадраттың ұшының орындары болады. Салынған квадраттарды тексеру үшін диагональдарының ұзындықтарын өлшеу керек: олар бір-бірімен тең болуы тиіс.

Теодолиттік жүрістің нүктелерін планға салу

Теодолиттік жүрістің нүктелерін планға, олардың координаталары бойынша циркуль-өлшеуіштің және масштабтық сызғыштың көмегімен салады (6.3,6.5-кестелер).

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 осі бойынша 200 м-ден оңтүстіктен бастап солтүстікке қарай жазған тиімді, ал $Y_{min} = 270,89$ м мәні бойынша қарасақ, онда ордината осі бойынша 200 м-ден бастап, батыстан шығысқа қарай жазу қажет. Одан әрі координаталар торының сызықтарының координаталарын X және Y осьтері бойынша 1:2000 масштабта 200 м-ден кейін жазады.

Ескерту. Егер X және Y осьтерінің координаталарының мәндері теріс (минус) болған жағдайда, онда абсцисса осі бойынша солтүстіктен оңтүстікке қарай, ал ордината осі бойынша шығыстан батысқа қарай жазады.

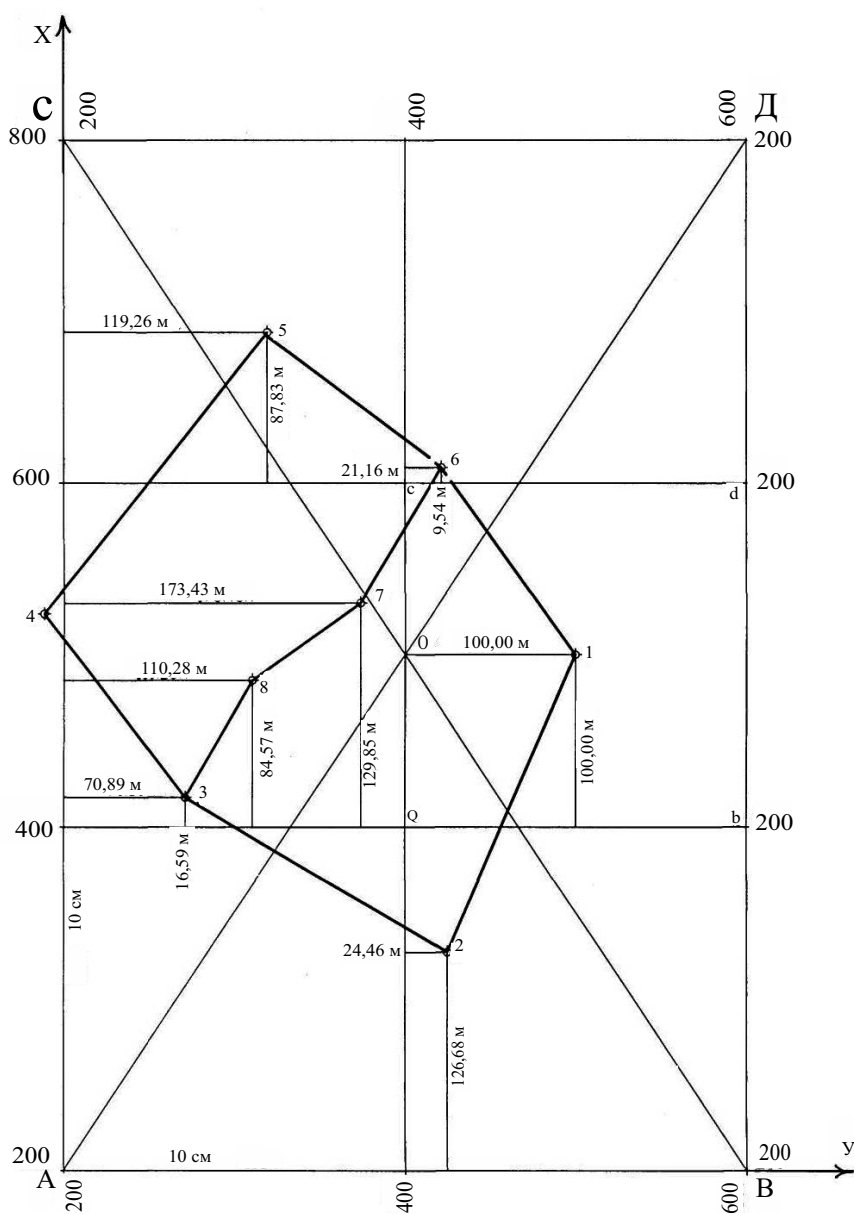
Жүрістің бірінші нүктесін координаталарымен $X_1=500,00$ м және $Y_1=500,00$ м жоспарға түсіру үшін, осы нүкте орналасқан квадратты табады. Нүктенің абсциссасы $400 < X < 600$ аралығына, ал ординатасы $400 < Y < 600$ аралығына түсетін болса, онда бірінші нүкте координатында болуға тиісті (6.4-сурет).

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 мас-

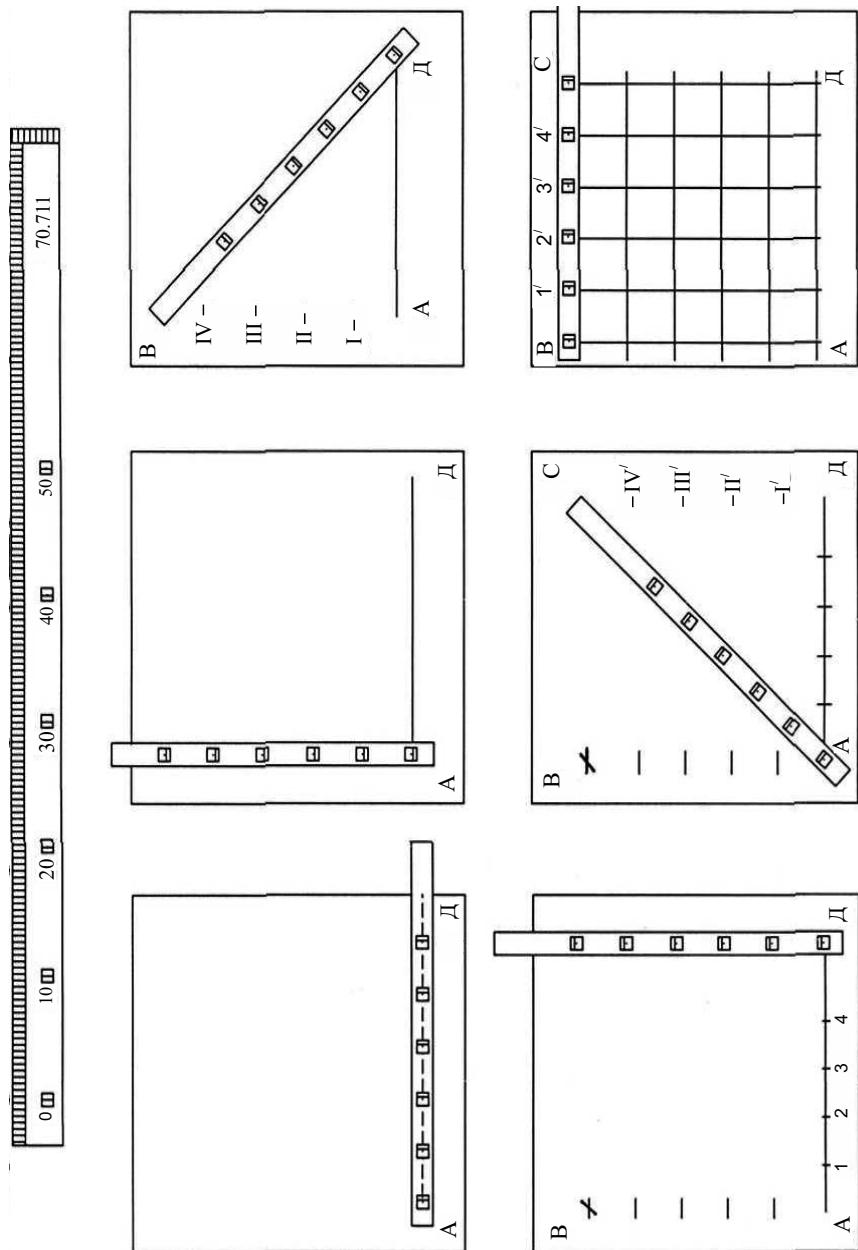
штабтық сызғышты қолданады. Осыған ұқсас етіп bn кесіндіні салуды квадраттың bd қабырғасында орындағаннан кейін алынған mn нүктелерін жіңішке сызықпен сызып қосады. Одан әрі m нүктесінен n нүктесіне дейінгі бағыты бойынша $\Delta Y = Y_1 - Y_{400} = 500 - 400 = 100$ м немесе $ml = 100$ м кесіндісін салғаннан 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 1,5 мм 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 арақашықтықтың оған сәйкес горизонталь ұзындықтың арасындағы болатын алшақтық 0,2 мм-ден аспауы тиіс. Теодолиттік түсірістегі жүрістің барлық нүктелерін планға түсіргеннен кейін егжей-тегжейлі толықтыруға кіріседі.



6.4-сурет. Диагональдардың көмегімен координаталар торын құру схемасы



6.5-сурет. Дробышев сызғышының (ЛД-1) көмегімен координаталар торын құру кезеңдері

Жергілікті жердің контурлары мен жай-жапсарларын планға салу

Жергілікті жердің контурлары мен жай-жапсарларын көрсетілген және сонымен қатар өлшеу нәтижелері келтірілген теодолиттік немесе горизонталь түсірістің абристері бойынша планға салу орындалады. Пандағы 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 арақашықтықтарды перпендикулярдың негіздеріне дейін салады. Арақашықтықтарды 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 сы-

зады. Сызылған бағыттарға абристе көрсетілген арақашықтықтарды салады. Осылай салынған нүктелерді қосып контурдың және жай-жапсардың пландық орнын алады.

Бұрыштарды транспортирмен салуда оның ең кіші бөлігінің $7,5/$, $1/4$ 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 арақашықтықтардың мәндерін планға түсірмейді.

Планды безендіру

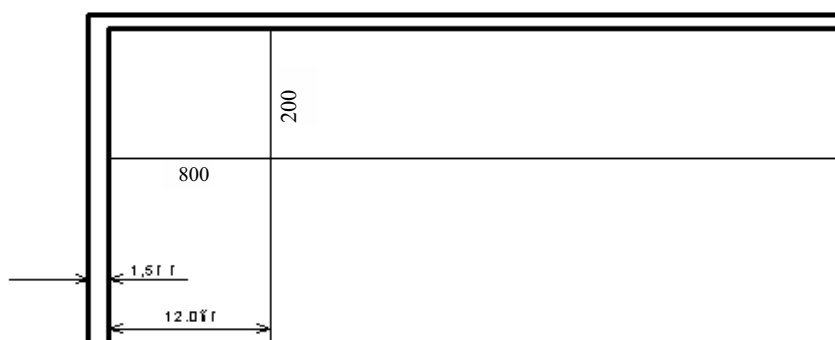
Планды безендіруді жиектемесін салудан бастайды. Жиектемесінің фрагменті 6.6-суретте көрсетілген.

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 тушпен айналдыра жиектейді.

Квадраттар торын толығымен сызбайды, тек олардың төбелерін 6×6 мм крестиктермен белгілейді.

6.7-суретте теодолиттік түсірістің толық безендірілген планы көрсетілген.



6.6-сурет. *Планның жиектемесін безендірудің фрагменті (өлшемдері миллиметрде көрсетілген)*

6.6. Өнеркәсіп алаңын нивелирлеу нәтижелері бойынша топографиялық планды құру

Тапсырманың мақсаты:

- өнеркәсіп алаңының бетін нивелирлеу нәтижелері бойынша топографиялық планды құру әдістемесін оқып білу.

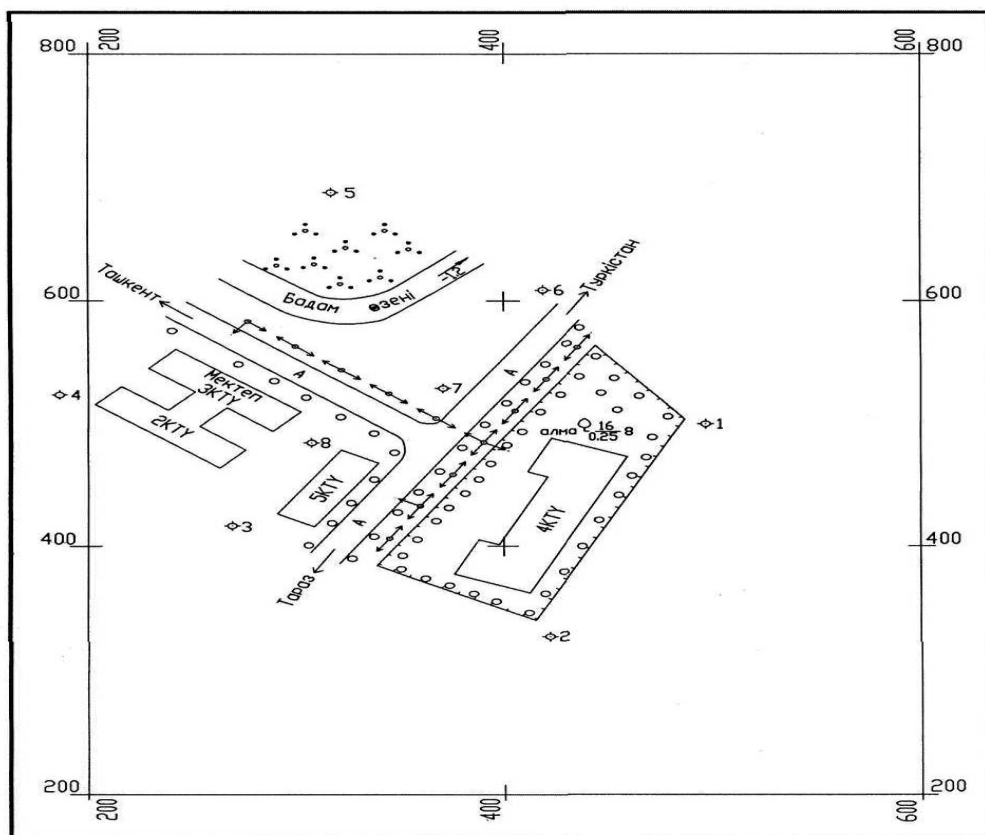
Керекті құралдар: « $1:500 \div 1:5000$ масштабтардағы топографиялық пландар үшін шартты белгілері», жердің бетін нивелирлеудің арнайы журналы, 30 см-лік металл сызғыш, А3 форматтағы бір парақ қағаз (ватман), сызу құралдары және түрлі-түсті туштар.

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 40 м 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



Масштабы 1:2000

6.7- сурет. Теодолиттік түсірістің толық безендірілген планы

абристі жүргізеді (6.8-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 – 40 м, ал қима биіктігі – 0,5 м) жасау мысалын қарастыралық. Контурлар мен жай-жапсарлардың түсірісінің абрисі 6.8-суретте, жердің бетін нивелирлеу журналы 6.9-суретте келтірілген.

Тұйықталған нивелирлік жүріс №150 реперінен байланыстыру нүктелері (квадраттар төбелері В1, Г4) арқылы жүргізілген. Нивелирлік жү-

рістің 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.

Байланыстыру нүктелерін нивелирлеу журналын өңдеу

1. Рейканың қара және қызыл жақтарынан немесе екі жақты рейкадан алынған есептеулер бойынша биікайырымның орташа мәнін есептейміз:

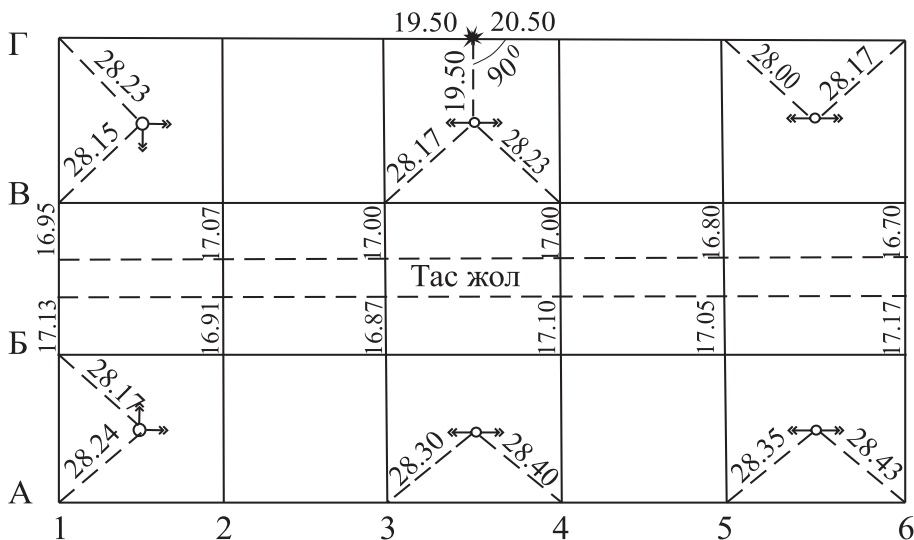
$$h_{opt} = \frac{h_k - h_{k-l}}{2},$$

мұндағы h_k – рейканың қара жағы бойынша анықталатын салыстырмалы биіктік;

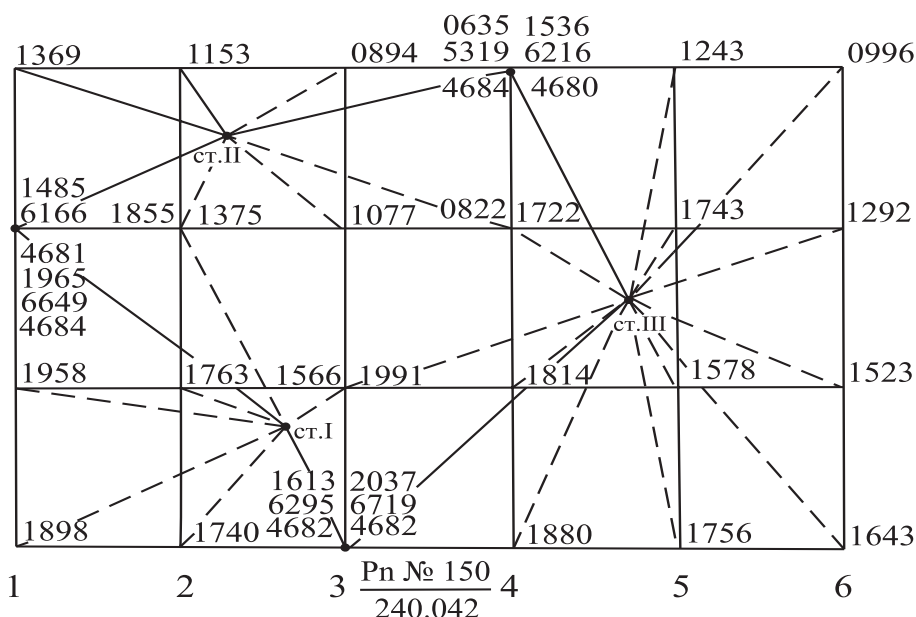
h_{k-l} – рейканың қызыл жағы бойынша анықталатын салыстырмалы биіктік.

2. Биікайырымдардың орташа мәндерінің алгебралық қосындысы тұйықталған нивелирлік жүрісте нөлге тең болуы тиіс:

$$\sum h_{opt} = 0.$$



6.8-сурет. Жердің бетін нивелирлеу абрисі



6.9-сурет. Жердің бетін нивелирлеу журналының үлгісі

Биікайырымдардың орташа мәндерінің алгебра қосындысы іс жүзінде нөлге тең емес. Бұл жағдайда биіктік үйлеспеушілік орын алады:

$$\Delta h = \sum h_{\text{орп}}.$$

3. Ықтимал шекті биіктік үйлеспеушіліктің шамасын мына формуламен анықтайды:

$$\Delta h_{\text{шекте}} \leq \pm 10\sqrt{n}, \text{ мм},$$

мұндағы: n – нивелирлеу станциялары саны.

4. Егер биіктік үйлеспеушілік болуы ықтимал (шекте) биіктік үйлес-

пеушіліктен аспаса, онда байланыстыру нүктелерінің арасындағы биікайырымдарға таңбасын теріс етіп тепе-тең үлестіріледі, яғни 1 мм-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 журналы 6.6-кестеде көрсетілген.

6.6-кесте

Байланыстыру нүктелерін нивелирлеу журналы

Стан- циялар	Нүктелер	Есептеуіштер		Салыс- тырмалы биіктік		Орташа салыстырмалы биіктік		Нүктелердің биіктік белгілері
		артқы	алдыңғы	+	-	+	-	
I	Рр№150	1613	1965		352		+2	240.042
	B1	6295	6649		354		353	239.691
II	B1	1485	0635	850		+2		239.691
	Г4	6166	5319	847		849		240.542
III	Г4	1536	2037		501		+2	240.542
	Рр№150	6216	6719		503		502	240.042

$$\frac{\sum a - \sum B}{2} = \frac{23311 - 23324}{2} = -6 \text{ мм}, \quad \frac{\sum h}{2} = -6 \text{ мм}, \quad \frac{\sum h_{опм}}{2} = -6 \text{ мм}.$$

Квадраттар төбелерінің биіктік белгілерін есептеу

1. Рейканың қара жағынан алынған есептеулер бойынша аспаптың горизонтын AG анықтайды:

$$AG = Ha + a,$$

мұндағы Ha – артқы нүктенің биіктік белгісі,

a – артқы рейканың қара жағынан алынған есептеу.

$$AG_I = H_{pn150} + a_{pn150}^K = 240,042 + 1,613 = 241,655 \text{ м},$$

$$AG_{II} = H_{B1} + a_{B1}^K = 239,691 + 1,485 = 241,176 \text{ м},$$

$$AG_{III} = H_{Г4} + a_{Г4}^K = 240,542 + 1,536 = 242,078 \text{ м}.$$

2. Схемаға жазылған есептеулер бойынша квадрат төбелерінің биіктік белгілерін есептейді:

$$Hc = AG - c,$$

мұндағы AG – аспаптың горизонты;

c – квадрат төбесіне қойылған рейканың қара жағынан алынған есептеу.

Квадрат төбелерінің биіктік белгілерін есептеу.

1 - Станция

$$H_{A1} = AG_I - c_{A1} = 241,655 - 1,898 = 239,757 \text{ м},$$

$$H_{A2} = AG_I - c_{A2} = 241,655 - 1,740 = 239,915 \text{ м},$$

$$H_{A3} = H_{pn150} = 240,042 \text{ м},$$

$$H_{B1} = A\Gamma_1 - c_{B1} = 241,655 - 1,958 = 239,697 \text{ м},$$

$$H_{B2} = A\Gamma_1 - c_{B2} = 241,655 - 1,763 = 239,692 \text{ м},$$

$$H_{B3} = A\Gamma_1 - c_{B3} = 241,655 - 1,566 = 240,069 \text{ м},$$

$$H_{B1} = 239,691 \text{ м},$$

$$H_{B2} = A\Gamma_1 - c_{B2} = 241,655 - 1,855 = 239,600 \text{ м}$$

II - станция

$$H_B = 239,691 \text{ м},$$

$$H_{B2} = A\Gamma_{II} - c_{B2} = 241,176 - 1,375 = 239,801 \text{ м},$$

$$H_{B3} = A\Gamma_{II} - c_{B3} = 241,176 - 1,077 = 240,099 \text{ м},$$

$$H_{B4} = A\Gamma_{II} - c_{B4} = 241,176 - 0,822 = 240,354 \text{ м},$$

$$H_{C1} = A\Gamma_{II} - c_{C1} = 241,176 - 1,369 = 239,807 \text{ м},$$

$$H_{C2} = A\Gamma_{II} - c_{C2} = 241,176 - 1,153 = 240,282 \text{ м},$$

$$H_{C3} = A\Gamma_{II} - c_{C3} = 241,176 - 0,894 = 240,282 \text{ м},$$

$$H_{C4} = 240,542 \text{ м}.$$

III – станция

$$H_{A3} = H_{pn150} = 240,042 \text{ м},$$

$$H_{A4} = A\Gamma_{III} - c_{A4} = 242,078 - 1,880 = 240,198 \text{ м},$$

$$H_{A5} = A\Gamma_{III} - c_{A5} = 242,078 - 1,156 = 240,322 \text{ м},$$

$$H_{A6} = A\Gamma_{III} - c_{A6} = 242,078 - 1,643 = 240,435 \text{ м},$$

$$H_{B3} = A\Gamma_{III} - c_{B3} = 242,078 - 1,991 = 240,087 \text{ м},$$

$$H_{B4} = A\Gamma_{III} - c_{B4} = 242,078 - 1,814 = 240,264 \text{ м},$$

$$H_{B5} = A\Gamma_{III} - c_{B5} = 242,078 - 1,578 = 240,500 \text{ м},$$

$$H_{B6}=A\Gamma_{III}-C_{B6}=242,078-1,523=240,555 \text{ м},$$

$$H_{B3}=A\Gamma_{III}-C_{B3}=242,078-1,991=240,087 \text{ м},$$

$$H_{B4}=A\Gamma_{III}-C_{B4}=242,078-1,722=240,356 \text{ м},$$

$$H_{B5}=A\Gamma_{III}-C_{B5}=242,078-1,473=242,605 \text{ м},$$

$$H_{B6}=A\Gamma_{III}-C_{B6}=242,078-1,202=240,876 \text{ м},$$

$$H_{Г4}=240,542 \text{ м},$$

$$H_{Г5}=A\Gamma_{III}-C_{Г5}=242,078-1,243=240,835 \text{ м},$$

$$H_{Г6}=A\Gamma_{III}-C_{Г6}=242,078-0,996=241,082 \text{ м}.$$

Есептелген квадрат төбелерінің биіктік белгілерін ведомосқа жазады (6.7-кесте).

6.7-кесте

Квадрат төбелерінің биіктік белгілерінің ведомосы

Квадрат төбелері	Биіктік белгілері Н, м.
H_{A1}	239,76
H_{A2}	239,91
H_{A3}	240,04
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 құрылыс алаңының нивелирленген бетінің горизонтальдармен кескінделген планын жасау

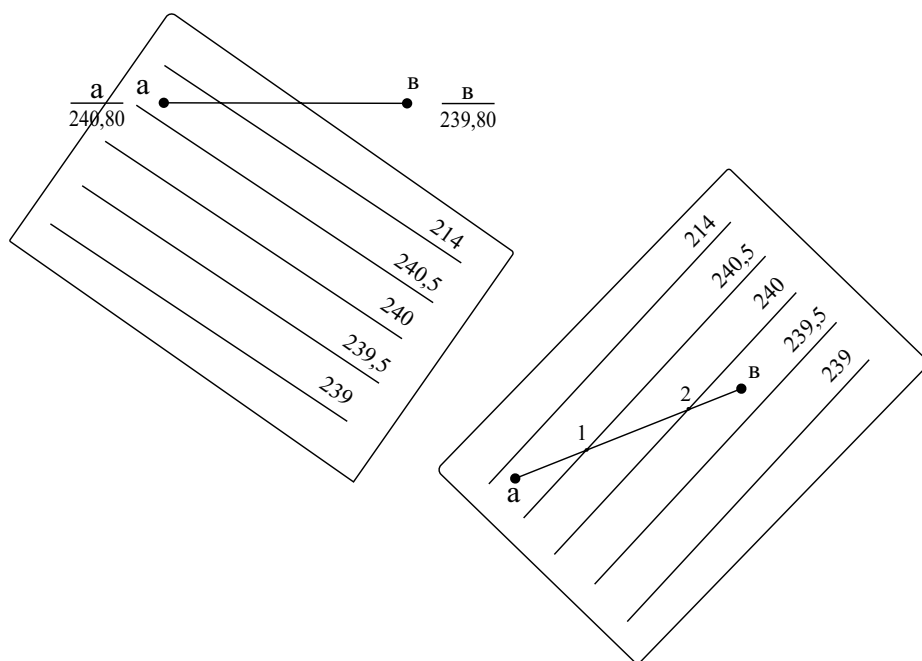
1. Квадрат қабырғалары: $a=40$ м, 1:1000 масштабта квадраттар торын сызады (6.10-сурет). Есептелінген биіктік белгілерді метрдің жүздік таңбасына дейін дөңгелектеп әр квадрат төбелеріне жазады.

2. Графикалық интерполяция тәсілімен планға горизонтальдарды салады. Жер бедерінің қима биіктігі 0,5 м сайын.

Практикада интерполяциялау үшін тенаралықпен 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 түсуі тиіс. Сонан соң палетканы a нүктесінде циркульдің ашасы-

мен қысып, в нүктесінің биіктігі палетканың биіктігімен сәйкес болғанша палетканы осы нүктенің төңірегінде айналдырады (6.10-сурет). Мұнан кейін а-в сызығының палетканың сызығымен қиылысқан 1 және 2 нүктелерін шанышып 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.

Горизонтальдарды аналитикалық интерполяциялау тәсілімен жүргізу 6.11-суретте көрсетілген. Жер бедері қимасының биіктігі $h = 1$ м, A және B нүктелерінің биіктік белгілері 55,3-ден 57,5 м-ге дейін өзгергенде, нүктелер арасында биіктік белгілері 56,0 м және 57,0 м горизонтальдарда жатуы тиіс. A және B нүктелері арасындағы арақашықтық планда $d = 25,0$ мм. Суретте AB беткей сызығының H_A және H_B нүктелерінің биіктік белгілері берілген: h = жер бедері қимасының биіктігі;



6.10-сурет. Графикалық интерполяциялау

h' – А және В нүктелерінің биіктік белгілерінің айырмашылығы ($h' = 2,2$ м); Δh_1 – жақын үлкен горизонтальдың биіктік белгісі 56,0 м-ге 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-ге 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 арақашықтықтарды есептеу қажет. Осы арақашықтықтар тиісті биікайырымдарға Δh_1 , $\Delta h + h$ және Δh_2 пропорционал болғандықтан, мына формулалардан табамыз:

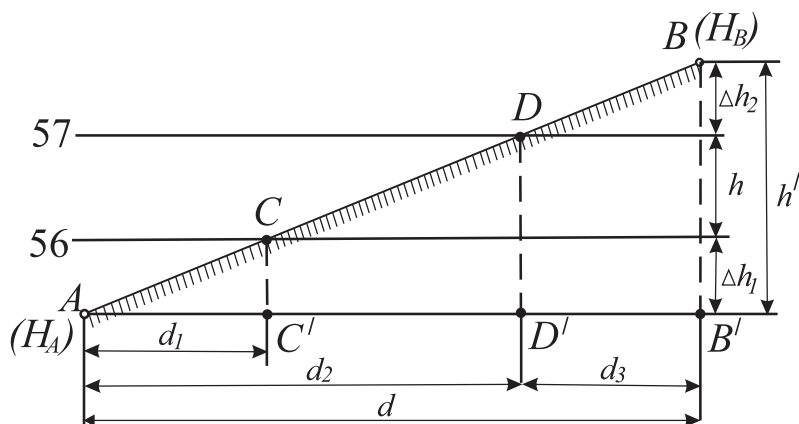
$$d_1 = \frac{d}{h'} \Delta h_1 = \frac{25}{2,2} \times 0,7 = 8,0 \text{ мм};$$

$$d_2 = \frac{d}{h} (\Delta h_1 + h) = \frac{25}{2,2} \times (0,7 + 1,0) = 19,3 \text{ мм};$$

$$d_3 = \frac{d}{h} \Delta h_2 = \frac{25}{2,2} \times 0,5 = 5,7 \text{ мм};$$

Арақашықтық d_3 тексеру мақсатымен былайша анықталады: $d = d_2 + d_3$. Мысалда $19,3 + 5,7 = 25,0$ мм. Панда A нүктесінен d_1 және d_2 кесінділерін

салып, C және D нүктелерін табады, осы нүктелер арқылы биіктік белгілері 56,0 және 57,0 м горизонтальдары өтеді.



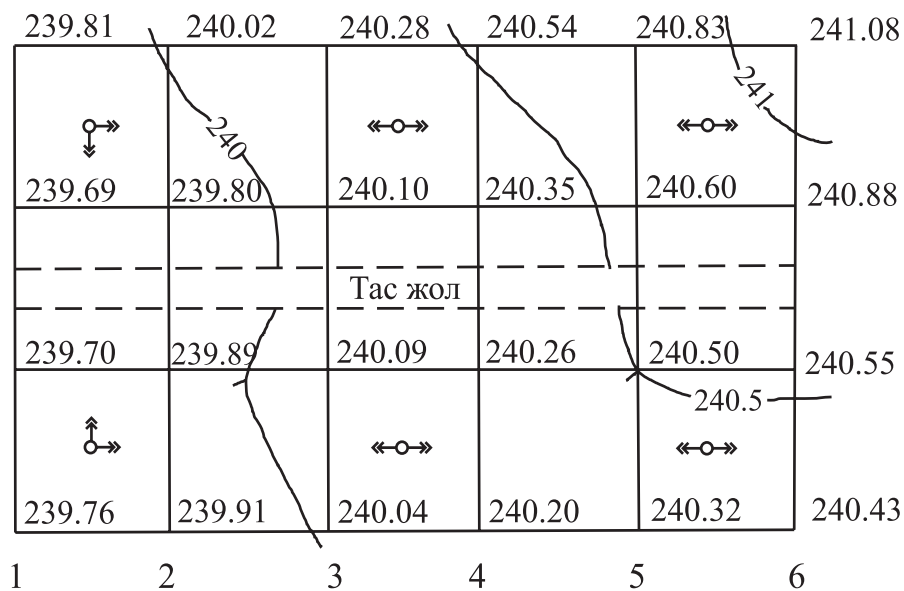
6.11-сурет. Горизонтальдарды аналитикалық интерполяциялау

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 қалың-

датылады – қалыңдығы 0,4 мм. Осындай мақсатпен горизонтальдарға перпендикуляр қысқа сызықшалар қойылады, олар беткейдің төмендейтін бағытын көрсетіп, *берг-штрих* деп аталады.

План ситуациясы – егістік. Қағаздың форматы – А4. Толық безендірілген құрылыс алаңының нивелирленген горизонтальдармен кескінделген планы 6.12-суретте көрсетілген.

Масштабы 1:1000



6.12-сурет. Құрылыс алаңының нивелирленген бетінің горизонтальдармен кескінделген планы

7-тарау. 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 арқылы құрылыс координаталар торынан үйдің негізгі осьтерін жергілікті жерге көшіру үшін геодезиялық мәліметтерді дайындау, жобалық биіктік белгісі берілген нүктелерді жергілікті жерге көшіру және сонымен қатар жер масшарларының картограммасын құру және жер жұмыстарының көлемін анықтау кезіндегі геодезиялық есептерді шешуді меңгеру.

Керекті құралдар: миллиметрлік қағаз (қағаздың өлшемі 30×40), қарындаш, сызғыш, циркуль-өлшеуіш, масштабты сызғыш, транспортир және кіші электронды есептеуіш машинкасы.

Тірек нүктесінен полярлық координата тәсілімен ғимараттың негізгі

осін жергілікті жерге көшіру үшін, геодезиялық мәліметтерді дайындау

Бастапқы мәліметтері ретінде жобаланған ғимараттың A және B нүктелерінің координаталары

$$X_A = +142,25 \text{ м}, Y_A = +56,94 \text{ м},$$

$$X_B = +141,66 \text{ м}, Y_B = +82,06 \text{ м}$$

мен полигонометрия пунктiнiң немесе теодолиттік жүрістік нүктесінің координаталарын

$$X_{24} = +120,45 \text{ м},$$

$$Y_{24} = +60,85 \text{ м және}$$

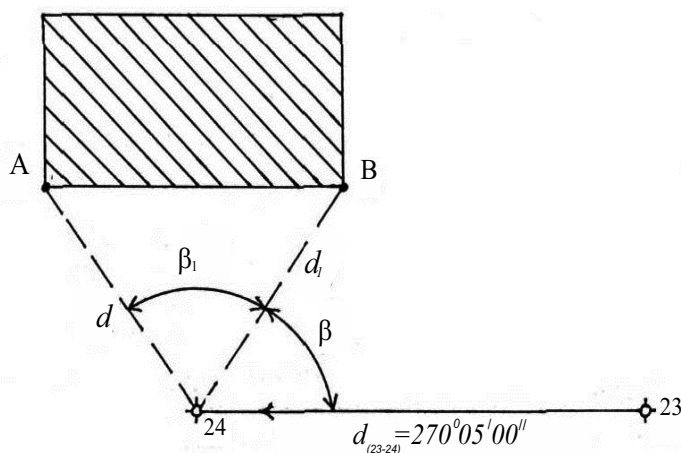
$\alpha_{(23-24)} = 270^\circ 05' 00''$ дирекциондық бұрышын алу керек (7.1-сурет).

Алдымен $d = 24 - A$, $d = 24 - B$ сызықтардың ұзындығын, 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

$$\operatorname{tg} \alpha_{(24-A)} = Y_A - Y_{24} / X_A - X_{24} = 56,97 - 60,85 / 142,25 - 120,45 = 10^\circ 10' 06'',$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{(24-B)} = Y_B - Y_{24} / X_B - X_{24} = 82,06 - 60,85 / 141,66 - 120,45 = 45^\circ 00' 00'',$$



7.1-сурет. Бір нүктеден полярлық координаталар тәсілімен ғимараттың негізгі осін жергілікті жерге көшіру сызбасы

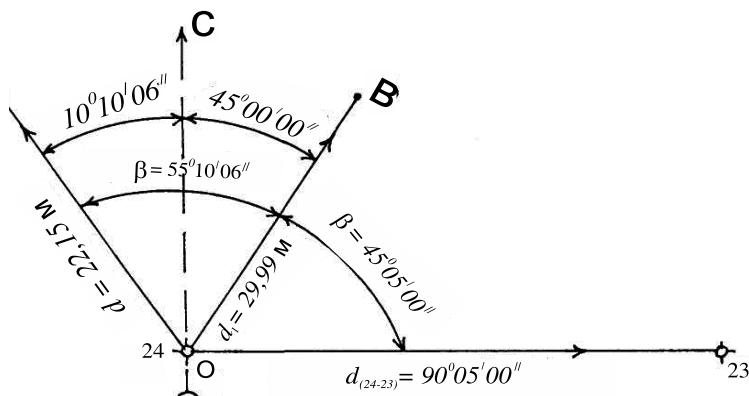
$$d = X_A - X_{24} / \cos \alpha_{(24-A)} = 142,25 - 120,45 / \cos 10^{\circ} 10' 06'' = 21,80 / 0,984293 = 22,15 \text{ м},$$

$$d = Y_A - Y_{24} / \sin \alpha_{(24-A)} = 56,94 - 60,85 / \sin 10^{\circ} 10' 06'' = -3,91 / 0,176541 = 22,15 \text{ м},$$

$$d_{\text{opt}} = d + d / 2 = 22,15 + 22,15 / 2 = 22,15 \text{ м},$$

$$d_1 = X_B - X_{24} / \cos \alpha_{(24-B)} = 141,66 - 120,45 / \cos 45^{\circ} 00' 00'' = 21,21 / 0,707107 = 29,99 \text{ м},$$

$$d_1 = Y_B - Y_{24} / \sin \alpha_{(24-B)} = 82,06 - 60,85 / \sin 45^{\circ} 00' 00'' = 21,21 / 0,707107 = 29,99 \text{ м}.$$



7.2-сурет. β және β_1 бұрыштарын анықтау

2. β және β_1 горизонталь бұрыштарын анықтау.

β бұрышы 7.2-суретте көрсетілгендей дирекциондық бұрыштардың айырымына тең: $\beta = \alpha_{(24-23)} - \alpha_{(24-B)} =$

$$= 90^{\circ}50'00'' - 45^{\circ}00'00'' = 45^{\circ}05'00''$$

(мұнда $\alpha_{(24-23)}$ тура дирекциондық бұрышты алдын ала керіге ауыстырамыз). β_1 бұрышы 7.2-суретте көрсетілгендей дирекциондық бұрыштардың $\beta = \alpha_{(24-A)} + \alpha_{(24-B)} =$

$$= 10^{\circ}10'06'' + 45^{\circ}00'00'' = 55^{\circ}10'06''$$

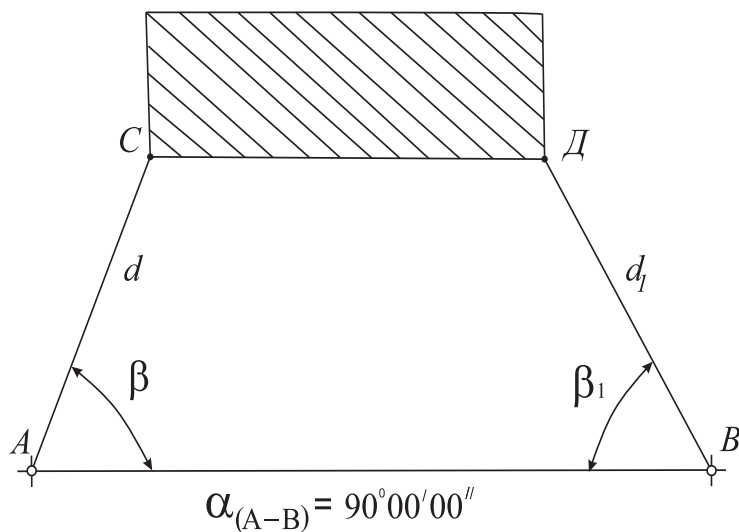
қосындысына тең.

Ескерту: Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға $\alpha_{(24-23)}$ сызығының дирекциондық бұрышын және $A, B, 24$

нүктелерін координаталары бойынша түсіріп, схемасын құру керек.

Бұрыштық қиылыстыру тәсілімен ғимараттың негізгі осін жергілікті жерге көшіру үшін геодезиялық мәліметтерді дайындау

Бастапқы мәліметтері ретінде жобаланған үйдің CD нүктелерінің координаталарын $X_C = +1274,97$ м; $Y_C = -839,09$ м; $X_D = -781,50$ м мен полигометрия пункттерінің немесе теодолиттік жүрістің нүктелерінің координаталарын $Y_A = -860,70$ м; $X_B = +1240,60$ м; $Y_B = -760,70$ м және $\alpha_{(A-B)} = 90^{\circ}00'00''$ сызығының дирекциондық бұрышын алу керек (7.3-сурет).



7.3-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 A, B, C, D нүктелерін координаталары бойынша түсіріп, схемасын құру керек.

Құрылыс торынан ғимараттың негізгі осін жергілікті жерге көшіру үшін геодезиялық мәліметтерді дайындау

Бастапқы мәліметтері ретінде үйдің бұрыштарының бойлық және көлденең осьтерінің координаталарын алу керек (7.1-кесте).

Құрылыс торының жақын орналасқан нүктелерінен a, b, c арақашықтықтарын және сонымен қатар үйдің d ұзындығын және d_1 енін анықтау керек.

Есептеудің реті 7.4-суретте көрсетілгендей құрылыс торының жақын орналасқан нүктелерінен a, b, c арақашықтықтарын былай анықтайды:

$$a = 825,00 + 800,00 = 25,00 \text{ м};$$

$$b = 1100,00 + 1075,00 = 25,00 \text{ м};$$

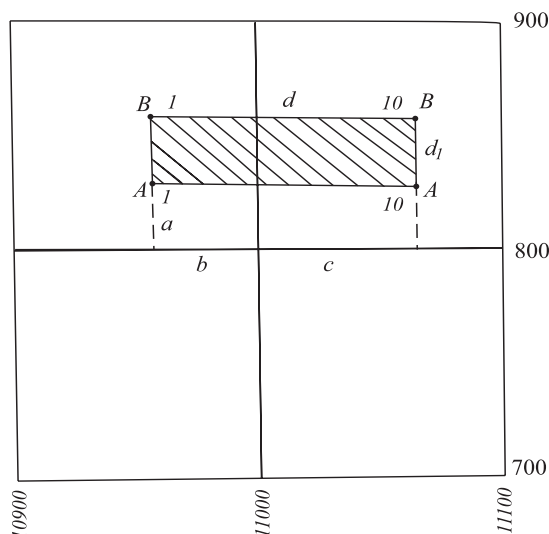
$$c = 1150,00 - 1100,00 = 50,00 \text{ м}.$$

Ал үйдің ұзындығы $d = 1150,00 - 1075,00 = 75,00 \text{ м}$ мен үйдің ені $d_1 = 850,00 - 825,00 = 25,00 \text{ м}$ мынаған тең.

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 $H_{\text{рпА}} = 177,570 \text{ м}$ -ге тең) нүктенің жобалық биіктік белгісін $H_{\text{жоба}} = 177,450 \text{ м}$ немесе нөлдік горизонтты жергілікті жерге көшіру керек (7.5-сурет).



7.4-сурет. Құрылыс торы бар кезде ғимараттың орнын белгілеу

Нүктелердің реттік қатары	X, м	Y, м
A/1	825,00	1075,00
A/10	825,00	1150,00
B/1	850,00	1075,00
B/10	825,00	1150,00

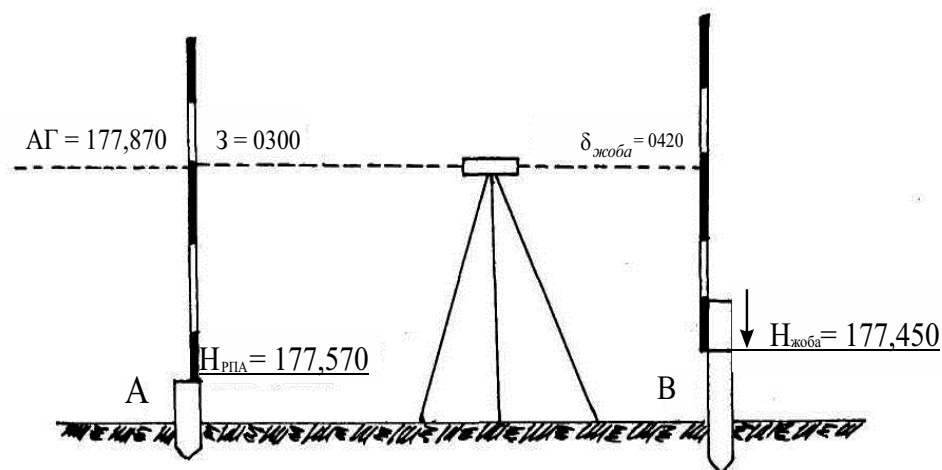
Есептеудің реті 7.5-суретте көрсетілгендей, А реперіне қойылған рейкадан алынған есептеу $З=0300$ мм-ге тең. В қазықшасына берілген жобалық

биіктік белгісінің нүктесін алу үшін, В қазықшасына қойылатын рейканың жобалық $\delta_{\text{жоба}}$ есептеуді анықтау керек:

$$\delta_{\text{жоба}} = AG - H_{\text{жоба}} = 117,870 - 177,450 = 0420 \text{ мм},$$

$$\text{мұндағы } AG = H_{\text{РПА}} + 3 = 177,570 + 0,300 = 177,870 \text{ м}$$

Ескерту. Есепті шешу кезінде, миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.



7.5-сурет. Жобалық биіктік белгісі берілген нүктені жергілікті жерге көшіру

7.2. Үйлер мен ғимараттардың жерасты бөлігінің құрылысы кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер

Жұмыстың мақсаты:

• рулетканың көмегімен терең қазаншұңқырдың түбінің биіктік белгісін анықтау, рулетканың көмегімен терең қазаншұңқырдың реперге биіктік белгісін беру, қазаншұңқырдағы реперге биіктік белгісін беру, еңісі берілген сызықты жергілікті жерге көшіру, өндірістік жайдың еденінің алаңына көлбеу жазықтығын беру, қазаншұңқырдағы уақытша реперге шартты биіктік белгісін беру, нөлдік горизонттан төмен орналасқан іргетастың шартты биіктік белгісінің биіктігін анықтау, қазаншұңқырдың биіктік атқару сызбасын және бағана іргетастарының биіктік сызбасын құру кезіндегі геодезиялық есептерді шешуді меңгеру.

Керекті құралдар: миллиметрлік қағаз (қағаздың өлшемі 20×30 см және 30×40 см), қарындаш, циркуль-өлшеуіш, сызғыш, масштабты сызғыш, транспортир және кіші электронды есептеуіш машинкасы.

Қазаншұңқырдағы реперге биіктік белгісін беру

Бастапқы мәліметтер ретінде A реперінің биіктік белгісін (7.6-сурет) $H_{рпА} = 177,777$ м, A реперіне $a = 0540$ мм, X пикетіне $b = 1200$ мм, X_1 пикетіне $c = 0115$ мм және B реперіне $d = 1210$ мм қойылған рейкадан алынған есептеулерді алу керек.

Жер бетінде орналасқан A реперінен қазаншұңқырдың түбінде орна-

ласқан B реперіне биіктік белгісін беру қажет.

Есептеудің реті. 7.6-суретте көрсетілгендей, қазаншұңқырдағы B реперінің биіктік белгісін мына формуламен анықтауға болады:

$$H_{рпв} = H_{рпА} + a - b + c - d = 177,777 + 0,540 - 1,200 + 0,115 - 1,210 = 176,022 \text{ м}$$

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

Ылдилығы берілген сызықты жергілікті жерге көшіру (рейкадан алынған есептеулер бойынша)

A нүктесінен B нүктесіне дейін еңісі $i = -0,001$ бар сызықты трассалау және берілген ылдилыққа сәйкес 5 м сайын қазықшалар қағу керек. Сонымен қатар, A нүктесіне қойылған рейкадан алынған есептеу $A = 1000$ мм белгілі.

a, b, c және B пикеттеріне қойылған рейкадан алынатын есептеулерді анықтау қажет, олар берілген ылдилыққа сәйкес болсын делік (7.7-сурет).

Есептеудің реті 7.7-суретте көрсетілгендей, 5 м, 10 м, 15 м және 20 м-ге тең еңіс сызықтағы нүктелердің биікайырымдары мына формулалармен анықталады:

$$\begin{aligned} h_1 &= i \cdot d_1 = -0,001 \cdot 5 = -0,005 \text{ м}, \\ h_2 &= i \cdot d_2 = -0,001 \cdot 10 = -0,010 \text{ м}, \\ h_3 &= i \cdot d_3 = -0,001 \cdot 15 = -0,015 \text{ м}, \\ h_4 &= i \cdot d_4 = -0,001 \cdot 20 = -0,020 \text{ м} \end{aligned}$$

және осыдан кейін пикеттерге қойылатын рейкадан алынатын есептеулерді мына формулалармен анықтайды:

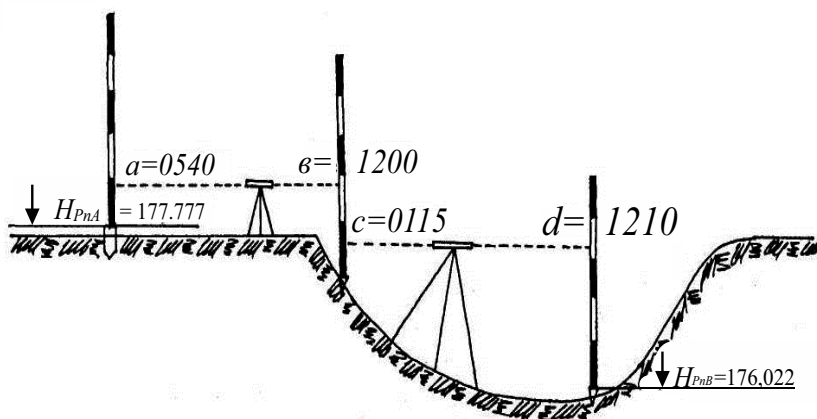
$$a = A + h_1 = 1000 + 5 = 1005 \text{ мм},$$

$$b = A + h_2 = 1000 + 10 = 1010 \text{ мм},$$

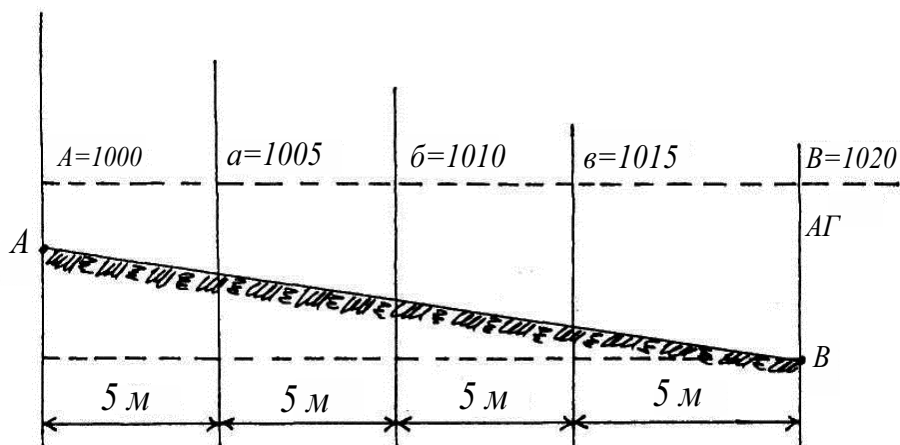
$$v = A + h_3 = 1000 + 15 = 1015 \text{ мм},$$

$$z = A + h_4 = 1000 + 20 = 1020 \text{ мм}.$$

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.



7.6-сурет. Қазаниұңқырдағы реперге биіктік белгісін беру



7.7-сурет. Ылдилығы берілген сызықты жергілікті жерге көшіру

Өндірістік ғимараттың еденінің алаңына көлбеу жазықтығын беру

Бастапқы мәліметтер ретінде өлшемі 10×9 м $ABCD$ алаңын алу керек. Алаң жақтары 2×2 м квадраттарға бөлінген. Квадраттардың төбелері қазықшалармен бекітілген. Қазықшалардың а қатарына қойылған рейкалардан алынған есептеулер $a = 1200$ мм белгілі.

b , v , z , d , e нүктелеріндегі қазықшалардың ұштарына қойылатын рейкадан алынатын есептеулерді анықтау керек, ол үшін алаңның AB жағынан CD жағына ылдилық құрылсын (7.8-сурет).

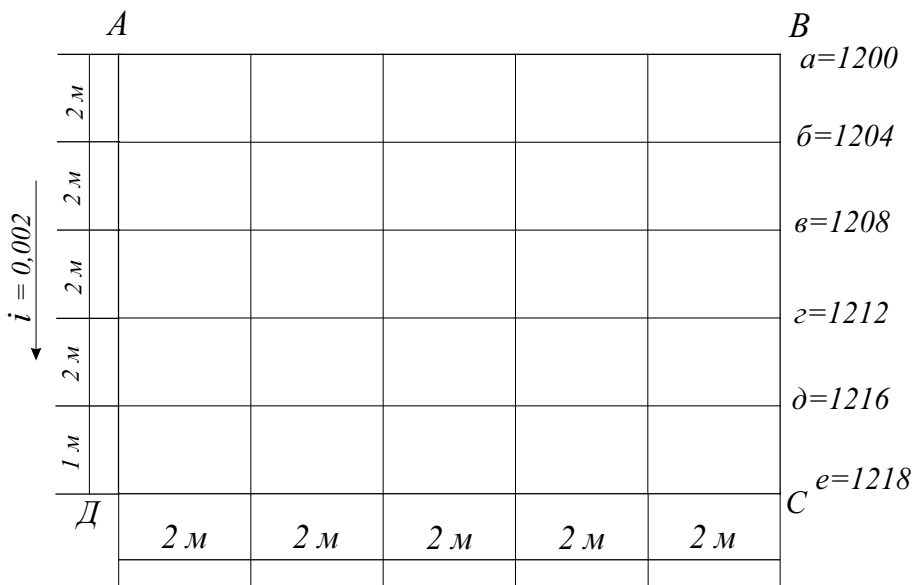
Есептеудің реті 7.8-суретте көрсетілгендей, 2 м, 4 м, 6 м, 8 м, 9 м-ге дейінгі биікайырымды мына формулалармен анықтайды:

$$\begin{aligned} h_1 &= i \cdot d_1 = -0,002 \cdot 2 = -0,004 \text{ м}, \\ h_2 &= i \cdot d_2 = -0,002 \cdot 4 = -0,008 \text{ м}, \\ h_3 &= i \cdot d_3 = -0,002 \cdot 6 = -0,012 \text{ м}, \\ h_4 &= i \cdot d_4 = -0,002 \cdot 8 = -0,016 \text{ м}, \\ h_5 &= i \cdot d_5 = -0,002 \cdot 9 = -0,018 \text{ м}, \\ h_4 &= i \cdot d_4 = -0,001 \cdot 20 = -0,020 \text{ м} \end{aligned}$$

және осыдан кейін қатардағы қазықшалардың ұштарына қойылатын рейкадан алынатын есептеулер мына формулалармен анықталады:

$$\begin{aligned} b &= a + h_1 = 1200 + 4 = 1204 \text{ мм}, \\ v &= a + h_2 = 1200 + 8 = 1208 \text{ мм}, \\ z &= a + h_3 = 1200 + 12 = 1212 \text{ мм}, \\ d &= a + h_4 = 1200 + 16 = 1216 \text{ мм}, \\ e &= a + h_5 = 1200 + 18 = 1218 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.



7.8-сурет. Еден алаңына көлбеу жазықтығын беру

Қазаншұңқырдағы уақытша реперге шартты биіктік белгісін беру

Бастапқы мәліметтер ретінде рисканың биіктік белгісін $H_0 = +0,5$ м, рискаға қойылған рейкалардан алынған есептеуді $a = 0450$ мм және уақытша реперге қойылған рейкадан алынған есептеуді $b = 2900$ мм алу керек.

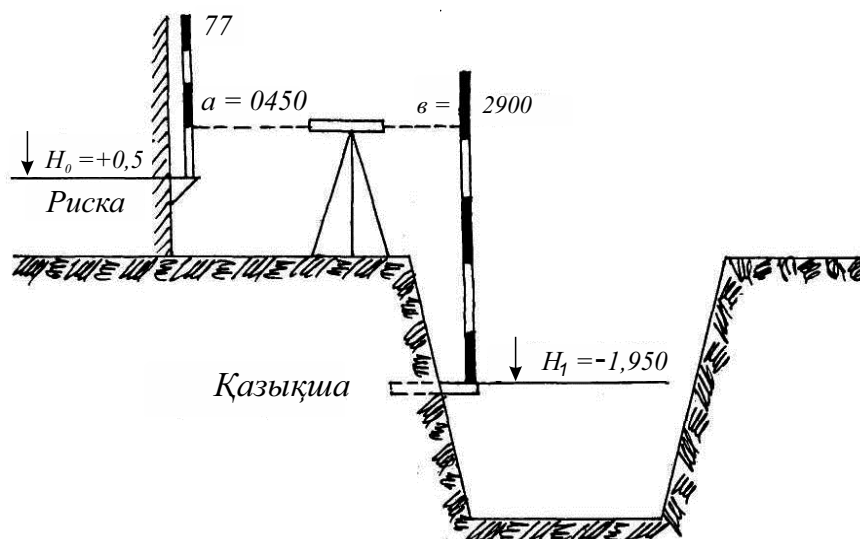
Үйдің қабырғасындағы рискадан қазаншұңқырдағы уақытша шартты

биіктік белгісін беру керек (7.9-сурет).

Есептеудің реті 7.9-суретте көрсетілгендей, қазаншұңқырдағы уақытша репердің шартты биіктік белгісі мына формуламен анықталады

$$H_1 = H_0 + a - b = 0,5 + 0,450 - 2,900 = -1,950 \text{ м}$$

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.



7.9-сурет. Қазаншұңқырға шартты биіктік белгісін беру

Нөлдік горизонттан төмен орналасқан іргетастың төбесінің шартты биіктік белгісін анықтау

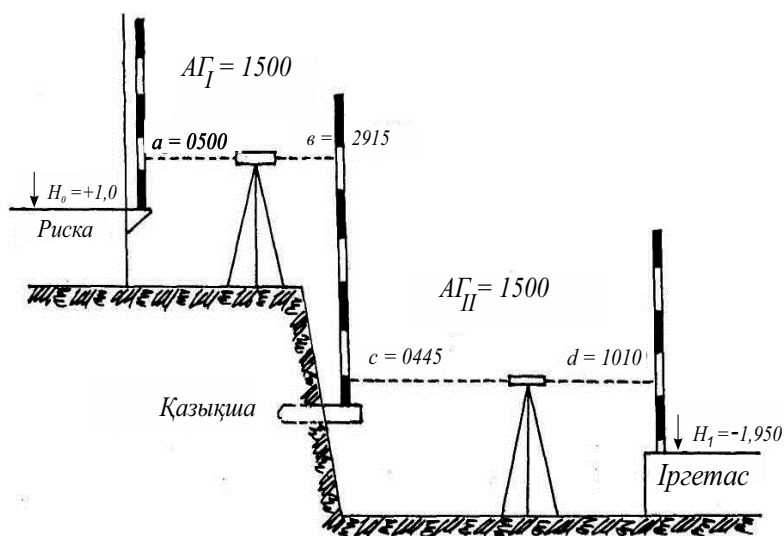
Бастапқы мәліметтері ретінде рисканың биіктік белгісін $H_0 = +1,0$ м, рискаға қойылған рейкалардан алынған есептеуді $a = 0500$ мм, уақытша реперге қойылған рейкадан алынған есептеуді $b = 2915$ мм, қазаншұңқырдағы реперге қойылған рейкадан алынған есептеуді $c = 0445$ мм

және іргетастың төбесіне қойылған рейкадан алынған есептеуді $d = 1010$ мм алу керек.

Іргетастың төбесінің шартты биіктік белгісін анықтау керек (7.10-сурет).

Есептеудің реті 7.10-суретте көрсетілгендей, іргетастың төбесінің шартты биіктік белгісін мына формуламен анықтайды:

$$H_1 = H_0 + a - b + c - d = +1,0 + 0,500 - 2,915 + 0,445 - 1,010 = -1,980 \text{ м}$$



7.10-сурет. Іргетастың төбесінің биіктік белгісін анықтау

Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

Қазаншұңқырдың биіктіктік орындалу сызбасын құру

Бастапқы мәліметтері ретінде репердің биіктік белгісін $H_{pn} = 177,000$ м, реперге қойылған рейкадан алынған есептеуді $a = 0570$ мм және нивелирлеу нәтижелерін алу керек (7.2-кесте).

7.2-кесте

Нивелирлеу нәтижелері

Нүкте	Рейкадан алынған есептеулер, мм	
	Жердің бетіндегі, в	Қазаншұңқырдың түбіндегі, с
А/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

Жер бетінің және қазаншұңқырдың түбінің шын биіктік белгілерін есептеу және қазаншұңқыр түбінің жобалық биіктік белгісі $H_{\text{жоба}} = 175,000$ м-ге тең болған шартты кезіндегі қазаншұңқырды қазу тереңдігін анықтаумен қатар, жобалық биіктік белгісінен ауытқуының кестесін құру керек (7.11-сурет).

Есептеудің реті 7.11-суретте көрсетілгендей жер бетінің биіктік белгісі мына формуламен анықталады:

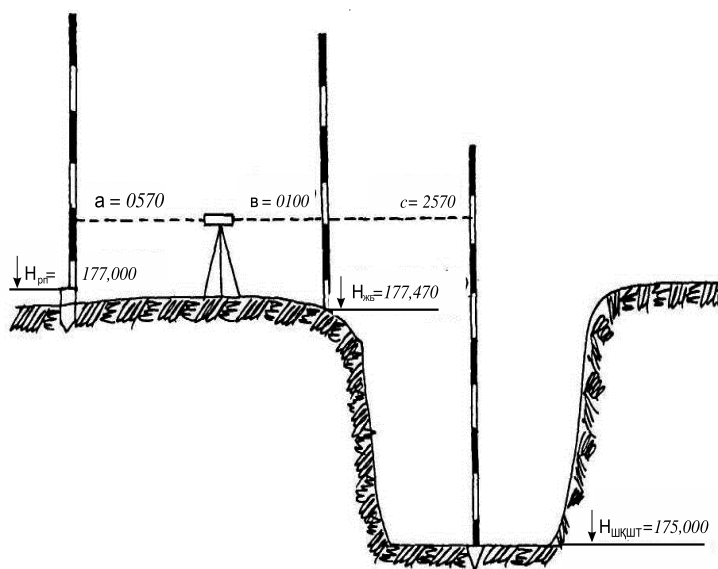
$$H_{\text{жб}} = H_{\text{рп}} + a - b = 177,000 + 0,570 - 0,100 = 177,470 \text{ м}$$

және тағы сол сияқты және қазаншұңқыр түбінің шын биіктік белгісін мына формуламен анықтайды:

$$H_{\text{шқшт}} = H_{\text{рп}} + a - c = 177,000 + 0,570 - 2,570 = 175,000 \text{ м}$$

және тағы сол сияқты.

Жер бетінің және қазаншұңқыр түбінің шын биіктік белгілерін есептеп болғаннан кейін, қазаншұңқырды қазу тереңдігін анықтаумен қатар, жобалық биіктік белгісінен ауытқуының кестесін құрады.



7.11-сурет. Қазаншұңқырдың биіктіктік орындалу сызбасы

Бағана іргетастарының биіктіктік орындалу сызбасы

Бастапқы мәліметтері ретінде A рискасының шартты биіктік белгісін $H_0 = +1,0$ м, A рискасына қойылған рейкадан алынған есептеуді $a = 0340$ мм,

стакандар түбінің жобалық биіктік белгісін $H_{\text{жоба}} = -2,00$ м және сонымен қатар нивелирлеу нәтижелерін алу керек (7.4-кесте).

Іргетас төбесінің шартты биіктік белгісін анықтау қажет.

7.3-кесте

Қазаншұңқырдың жобалық биіктік белгісінен ауытқуы

Нүкте	Н _{жб}	Қазаншұңқырдың түбі		Айырымы	
		Н _{жоба}	Н _{шкілт}	Н _{жоба} - Н _{шкілт}	Н _{жб} - Н _{шкілт}
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 қажет.

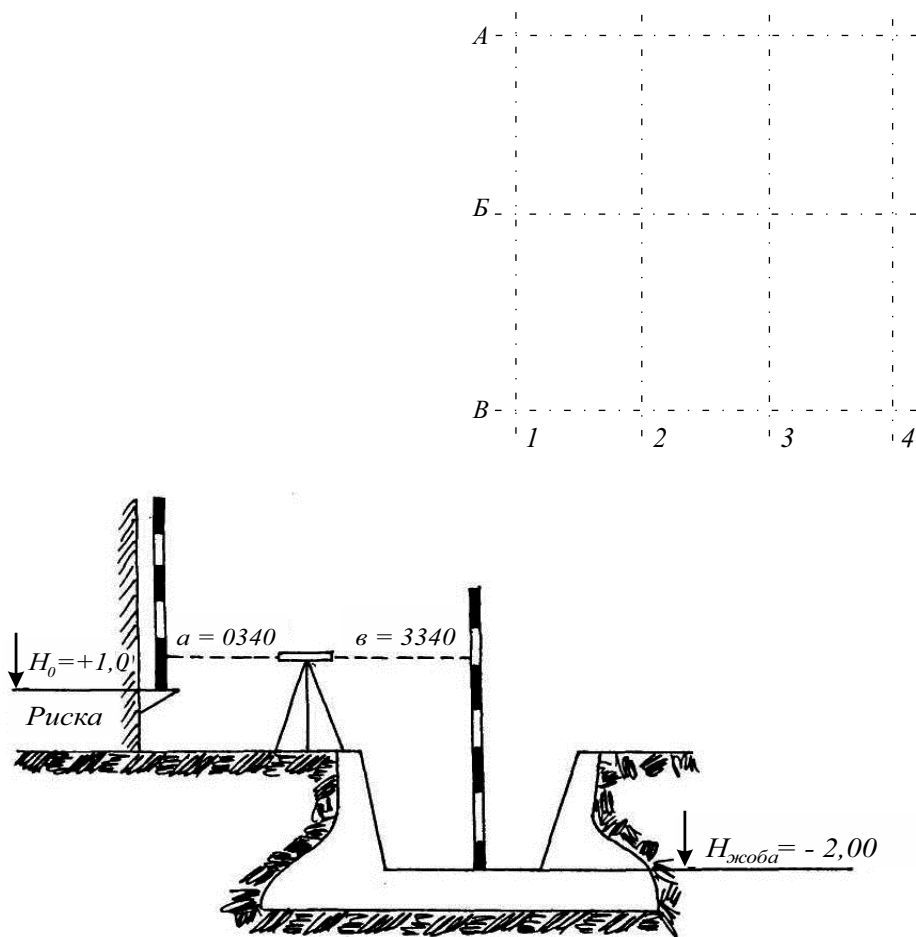
7.4-кесте

Нивелирлеу нәтижелері

Нүкте	Стақандар түбіне қойылған рейкадан алынған есептеулер в, мм	Стақандар түбінің жобалық биіктік белгісі Н _{жоба} , м
А/1	3340	-2,00
Б/1	3302	
В/1	3308	
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	

Стақандар түбінің биіктік белгілерін анықтау және стақандар түбінің шын биіктік белгілерінің

жобалық биіктік белгісінен ауытқуының кестесін құру керек (7.12-сурет).



7.12-сурет. Стақандардың биіктіктік орындалу сызбасы

Есептеудің реті суретте көрсетілгендей, стақандар түбінің шын биіктік белгілерін мына формулалармен анықталады:

$$H_{ист} A/I = H_0 + a - b_1 = +1,0 + 0,340 - 3,340 = -2,00 \text{ м,}$$

$$H_{ист} B/I = H_0 + a - b_2 = +1,0 + 0,340 - 3,302 = -1,96 \text{ м,}$$

$$H_{ист} B'/I = H_0 + a - b_3 = +1,0 + 0,340 - 3,308 = -1,97 \text{ м}$$

Стақандар түбінің шын биіктік белгілерін есептеп болғаннан кейін, оның жобалық биіктік белгісінен ауытқуының кестесі құрылады.

7.5-кесте

Стақандар түбінің шын биіктік белгілерінің жобалық биіктік белгісінен ауытқуы

Нүкте	Стақандар 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. Жайлар мен ғимараттардың жерүсті бөлігінің құрылысы кезіндегі геодезиялық жұмыстарда шығарылатын есептер

Жұмыстың мақсаты:

• өндірістік жайдың биік бөлігіне шартты биіктік белгісін беру және ғимараттың қол жетпейтін нүктелерінің биіктігін анықтау кезіндегі геодезиялық есептерді шешуді меңгеру.

Керекті құралдар: миллиметрлік қағаз (қағаздың өлшемі 20×30см), қарындаш, циркуль-өлшеуіш, сыз-

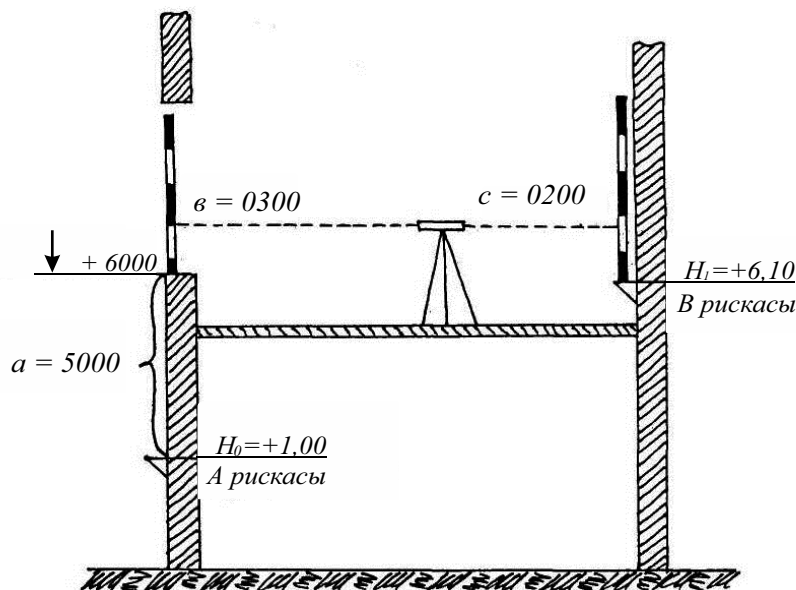
ғыш, масштабты сызғыш, транспортир және кіші электронды есептеуіш машинкасы.

Өндірістік жайдың биік бөлігіне шартты биіктік белгісін беру

Бастапқы мәліметтері ретінде А рискасының биіктік белгісін (7.13-сурет) $H_0 = -1,000$ м, терезе ойығына қойылған рейкадан алынған есептеуді

$v = 0300$ мм және В рискасына қойылған рейкадан алынған есептеуді $c = 0200$ мм алу керек.

Өндірістік жайдың үшінші қабатындағы В рискасына шартты биіктік белгісін беру қажет.



7.13-сурет. Құрылыстың биік нүктесіне биіктік белгісін беру

Есептеудің реті 7.13-суретте көрсетілгендей, В рискасының биіктік белгісін мына формуламен анықтайды:

$$H_1 = H_0 + a + v - c \text{ немесе } В \text{ рискасының биіктік белгісін}$$

$$H_1 = +1,000 + 5,000 + 0,300 - 0,200 = + 6,10 \text{ м.}$$

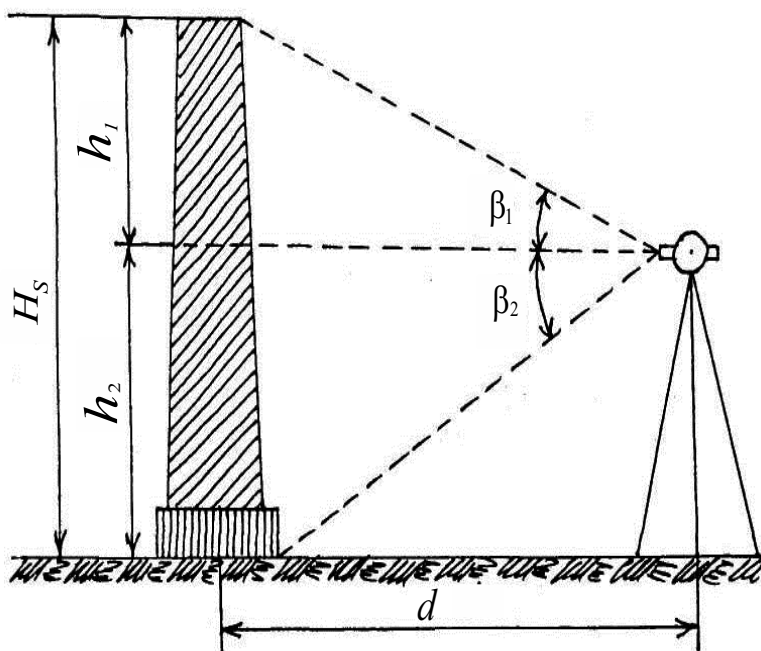
Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құру керек.

Ғимараттың қол жетпейтін нүктелерінің биіктігін анықтау

Бастапқы мәліметтері ретінде теодолиттен ғимаратқа дейінгі арақа-

шықтығын $d = 51,20$ м және вертикаль бұрыштарын $\beta_1 = 20^\circ 22'$, $\beta_2 = 2^\circ 42'$ алу керек (7.14-сурет).

Ғимараттың биіктігін H_s анықтау қажет.



7.14-сурет. Ғимараттың биіктігін анықтау

Есептеудің реті 7.14-суретте көрсетілгендей, ғимараттың биіктігі тригонометриялық формуланың көмегі арқылы анықталады:

$$H_s = h_1 + h_2 = d(\operatorname{tg}\beta_1 + \operatorname{tg}\beta_2) = 51,20 (0,3712 + 0,0472) = 51,20 \cdot 0,4184 = 21,42 \text{ м}$$

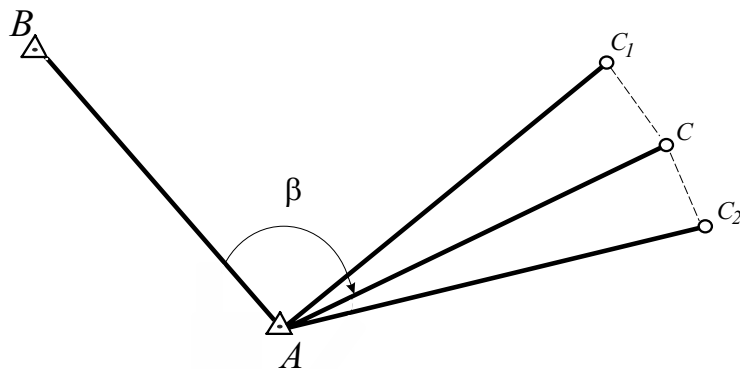
Ескерту. Есепті шешу кезінде миллиметрлік қағазға схемасын құрады.

8-тарау. 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 (8.1-сурет) жергілікті жерге көшіру үшін теодолитті A нүктесіне орнатады да лимба мен алидаданың нөлдік штрихтарын беттестіргеннен кейін алида-

даны бекітеді де, лимбаны босатып B нүктесін көздейді. A нүктесін дәл көздеу лимбаның жетекші бұрамасымен жүзеге асырылады. Содан кейін алидаданы босатып, лимбада жобадағы бұрыш санын есептеуді қояды. Осыдан кейін осы бағыттағы C' нүктесін белгілейді.



8.1-сурет. Жобалық горизонталь бұрышты жер бетінде құру

Осылай тағы да осы бұрышты вертикаль дөңгелектің екінші жағдайында құрады. Әр түрлі болатын қателіктің салдарынан алынған

бағыт біріншімен беттеспеуі мүмкін, сондықтан оны C'' нүктесімен белгілейді. Бұл жағдайда $C'C''$ кесіндісін екіге бөліп C нүктесін алады, ол нүкте

С бағытында β полярлық бұрышымен орналасқан. Алынған AC бағытында d_{AC} горизонталь ұзындығын салып, жергілікті жерде нүктенің жобадағы орнын C қазықшамен бекітеді.

Жобадағы ұңғыма сағасын жер бетіне көшіру негізінен мынадай тәсілдермен жүргізіледі.

Полярлық координаталар тәсілі. Тірек пункттері ретінде геодезиялық түсіргі негіздеуінің екі пункті таңдалынады. Мысалы, A және B тірек пункттерінен жобадағы ұңғыманы P (8.2-сурет) жер бетіне көшіру қажет. Геодезиялық мәліметтер – полярлық бұрыш β және полярлық қашықтық s мына формулалармен есептеледі:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AP} = \frac{y_P - y_A}{x_P - x_A};$$

$$\beta = \alpha_{AP} - \alpha_{AB};$$

$$s = \frac{x_P - x_A}{\cos \alpha_{AP}} = \frac{y_P - y_A}{\sin \alpha_{AP}},$$

мұндағы x_A, y_A – геодезиялық тірек пунктінің A координаталары; x_P, y_P – жобадағы ұңғыманың P координаталары; α_{AB} – бастапқы AB бағытының дирекциондық бұрышы. Жер бетіне жобадағы ұңғыманы P көшіру үшін теодолитті тірек пунктіне A орналастырады да, AB бағытынан горизонталь бұрышты β құрады. Сонан соң теодолит дүрбісінің бағытында рулеткамен горизонталь қашықтықты s өлшеп жер бетінде ұңғыманың жобадағы орнын анықтайды.

Бұрыштық қиылыстыру тәсілі. Осы тәсіл тірек пункттерінен жобадағы ұңғыма орнына дейінгі

арақашықтықты рулеткамен тікелей өлшеуге болмайтын жағдайда қолданылады.

Жобадағы ұңғыманы P жер бетіне шығару үшін осы аумақта кем дегенде үш тірек пункті болуы қажет (8.3-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 $\alpha_{AB}, \alpha_{AP}, \alpha_{BP}, \alpha_{BA}, \alpha_{BC}, \alpha_{BP}, \alpha_{CP}, \alpha_{CB}$ – $AB, AP, BP, BA, BC, BP, CP, CB$ – бағыттарының дирекциондық бұрыштары. Содан соң теодолитті A, B және C тірек пункттерінің әрқайсысына орнатып α, β, γ және δ бұрыштарын құрады да бағыттарды береді. Осы бағыттардың қиылысатын жақын жерлерінің $A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$ әрқайсысын екі қадамен белгілейді де, әр бағытты жіппен қосады. Осы үш бағыттың қиылысатын жері жергілікті жердегі жобадағы ұңғыма орны болып саналады.

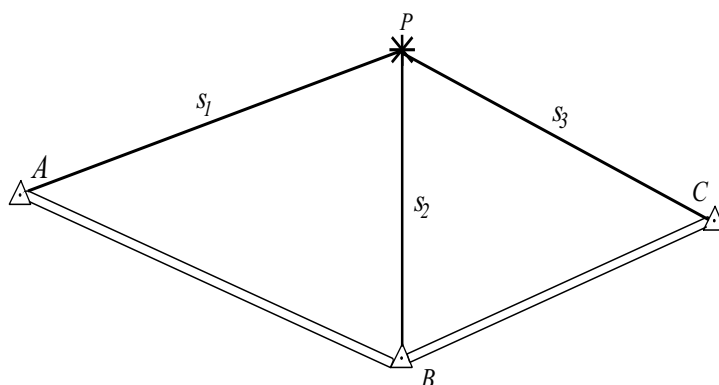
Ұзындық қиылыстыру тәсілі. Осы тәсіл ұңғыманың жобадағы орны тірек пункттерінен өлшеу құралының ұзындығынан аспаған жағдайда жиі қолданылады. Осында геодезиялық мәліметтерге s_1, s_2 және s_3 ұзындықтары жатады. Бұрғылау ұңғымасының жобадағы орны P (8.4-сурет) жергілікті жерде A, B және C нүктелерінен жүргізілген радиустары AP, BP және CP тең доғалардың қиылысқан жерімен анықталады. s_1, s_2 және s_3 арақашықтықтары план арқылы гра-

фикалық жолмен анықталуы мүмкін немесе мына формулалар бойынша есептеп шығарылады:

$$s_1 = \frac{Y_P - Y_A}{\sin \alpha_{AP}} = \frac{X_P - X_A}{\cos \alpha_{AP}}$$

$$s_2 = \frac{Y_P - Y_B}{\sin \alpha_{BP}} = \frac{X_P - X_B}{\cos \alpha_{BP}};$$

$$s_3 = \frac{Y_P - Y_C}{\sin \alpha_{CP}} = \frac{X_P - X_C}{\cos \alpha_{CP}}.$$



8.4-сурет. Ұңғыма сағасын жер бетіне ұзындық қиылыстыру тәсілімен шығару

Одан әрі ұңғыманың жер бетіндегі орнын анықтау былайша жүргізіледі. Екі рулетканың шеттерін *A* және *B* 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 пунктiнен *C* ұңғымаға дейiнгi s_3 арақашықтықты өлшейдi. Өлшенген арақашықтықтың жобалық s_3 арақашықтықпен түйiсуi ұңғыманың жобадағы орнының дұрыс анықталғандығын бiлдiредi.

8.2. Бұрғылау қондырғысы алаңын вертикаль тегістеу

Мұнай және газ ұңғымалары құрылысын жүргізу үшін бұрғылау қондырғысына арналған алаңды тегістейді. Тегістеу дегеніміз – істелген жұмыстардың нәтижесінде табиғи топографиялық бетті жобаға сәйкес

өзгерту. Бұрғылау ұңғымалары құрылысын 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 (8.5-сурет).

Алаңды тегістеу жұмыстарын жобалау төмендегідей ретпен жүргізіледі.

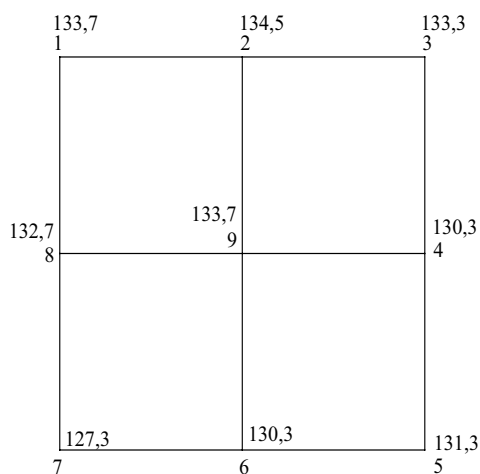
1. Горизонталь жазықтықтың жоба биіктігін есептейді:

$$H_{жс} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4n},$$

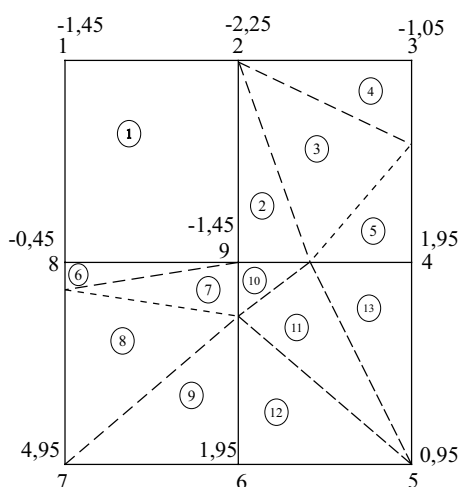
мұндағы $\sum H_1$ – бір квадратқа кіретін төбелер биіктіктерінің қосындысы; $\sum H_2$, $\sum H_3$, және $\sum H_4$, – екі, үш және

төрт квадраттарға ортақ төбелердің биіктіктерінің қосындысы; n – алаңдағы квадраттар саны.

а



б



8.5-сурет. Квадраттар схемасы (а) және жер жұмыстарының картограммасы (б)

8.5-суретте келтірілген алаңдағы квадраттар төбелерінің қосындысы келесі формулалармен есептелінеді

$$\sum H_1 = H_1 + H_3 + H_5 + H_7;$$

$$\sum H_2 = H_2 + H_4 + H_6 + H_8;$$

$$\sum H_3 = 0;$$

$$\sum H_4 = H_9,$$

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

$$h_i = H_{\text{жс}} - H_i$$

Жұмыс биіктіктерінің мәндері картограммадағы 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 қабырғаларын 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 есептеледі:

$$V = \frac{S}{3} \sum_1^3 h_i,$$

мұндағы S – үшбұрыштың ауданы.

Тегістеу кезіндегі жер бетін қазу және толтыру жұмыстарының есептелген көлемін арнайы кестеге жазады.

8.1-кесте

Фигураның №	Фигураның ауданы, м ²	Орташа жұмыс биіктігі	Тегістеу жұмыстары көлемі	
			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.

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 осінің орнын анықтайды. Инклинометриялық өлшеулер нәтижелерін математикалық және графикалық өңдеуден ұңғыма оқпанының, ұңғыманың планы немесе инклинограмма деп аталатын 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.

A нүктесі ұңғыманың сағасы болсын делік. Сонда ұңғыма оқпанының кеңістіктегі орны, яғни ұңғыма сағасының A 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.

8.6-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 координаталар өсімшелері теңдіктерін мына түрде жазуға болады:

$$\begin{aligned} \Delta x &= \ell \sin \Theta \cos \alpha; \\ \Delta y &= \ell \sin \Theta \sin \alpha; \\ \Delta z &= \ell \cos \Theta. \end{aligned}$$

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 K нүктесінің тереңдігін, егер оның оқпан бойынша әрбір ℓ аралығындағы қисаю элементтерінің K өлшеулері жүргізілген болса, онда есептеп шығаруға болады

$$\Delta Z_k = L_k - \Delta L_k,$$

мұндағы ΔZ_k – ізделініп отырған тереңдік; L_k – K нүктесіне дейінгі ұңғыма оқпаны бойынша әрбір ℓ аралығында өлшенген тереңдік.

Түзетулердің жиынтығы мына формуламен есептеліп шығарылуы мүмкін:

$$\Delta L_K = \sum_{i=1}^k \Delta L_i$$

мұндағы i – элементтер аралығын өлшеудің реттік нөмірі; k – өлшеу аралығының саны.

Әрбір ℓ_i аралықта θ_i және α_i элементтерін өлшейтін болғандықтан, анықталатын K 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 K нүктесінің кеңістіктегі координаталары мына формулалармен есептеліп шығарылады:

$$x_k = x_A + \sum_1^k \Delta x_i$$

$$y_k = y_A + \sum_1^k \Delta y_i$$

$$z_k = z_A - \Delta z_k$$

Жоғарыдағы формулаларды есепке алып, теңдеуді мына түрде жазуға болады:

$$x_k = x_A + \sum_1^k \ell_i \sin \theta_i \cos \alpha_i;$$

$$y_k = y_A + \sum_1^k \ell_i \sin \theta_i \sin \alpha_i;$$

$$z_k = z_A - (L_k - \sum_1^k \Delta \ell_i).$$

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 $A(x, y)$ және $B(x, y)$ нүктелеріне сүйеніп, C ұңғымасының пландық координаталарын анықтау керек болсын (8.7-сурет).

Осы жұмыс былайша орындалады:

1. Теодолитті A пунктіне орнатып $\angle BAC$ бұрышын, B пунктіне орнатып $\angle ABC$ бұрышын өлшейді.

2. A және B пункттерінің белгілі координаталарын X_A, Y_A және X_B, Y_B пайдаланылып, AB қабырғасының дирекциондық бұрышын α_{AB} және горизонталь ұзындығын d анықтайды:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$d = \frac{\Delta x}{\cos \alpha_{AB}} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha_{AB}}$$

3. Синустар теоремасын пайдаланып AC және BC қабырғаларының ұзындықтары ℓ_{AC} және ℓ_{BC} анықталады:

$$\ell_{AC} = \frac{d}{\sin(A+B)} \cdot \sin B$$

$$\ell_{BC} = \frac{d}{\sin(A+B)} \cdot \sin A$$

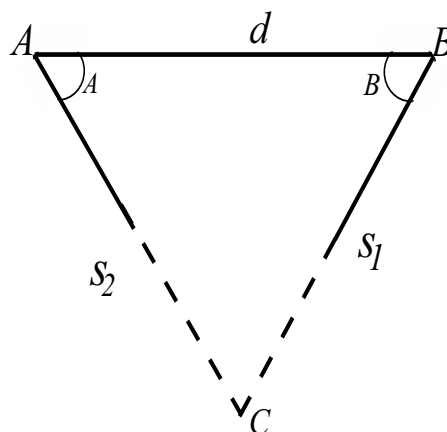
4. AC және BC қабырғаларының дирекциондық бұрыштары α_{AC} , α_{BC} анықталады:

$$\alpha_{AC} = \alpha_{AB} + \angle A, \alpha_{BC} = \alpha_{BA} - \angle B.$$

5. Координаталар өсімшелері Δx_{AC} , Δy_{AC} және Δx_{BC} , Δy_{BC} есептеледі:

$$\Delta x_{AC} = \ell_{AC} \cdot \cos \alpha_{AC};$$

$$\Delta x_{BC} = \ell_{BC} \cdot \cos \alpha_{BC};$$



8.7-сурет. Тура геодезиялық қиылыстыру

$$\Delta y_{AC} = \ell_{AC} \cdot \sin \alpha_{AC}.$$

$$\Delta y_{BC} = \ell_{BC} \cdot \sin \alpha_{BC}.$$

6. C ұңғымасының координаталары мына формулалардан екі рет анықталады:

$$x_C = x_A + \Delta x_{AC} = x_B + \Delta x_{BC},$$

$$y_C = y_A + \Delta y_{AC} = y_B + \Delta y_{BC}.$$

8.5. Кері геодезиялық қиылыстырумен ұңғыма сағасының орнын анықтау

Координаталары белгілі 3-4 пункттерге сүйене отырып 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 ұңғыма сағасының координаталары 3 пункттің

координаталары арқылы анықталады. 4 пункт есептің нәтижесін тексеру үшін қажет (4 пункт ұңғыма сағасының координаталарын кері қиылыстыру тәсілімен 2 рет есептеуге мүмкіндік береді).

Кері геодезиялық қиылыстыру тәсілінің схемасы 8.8-суретте көрсетілген:

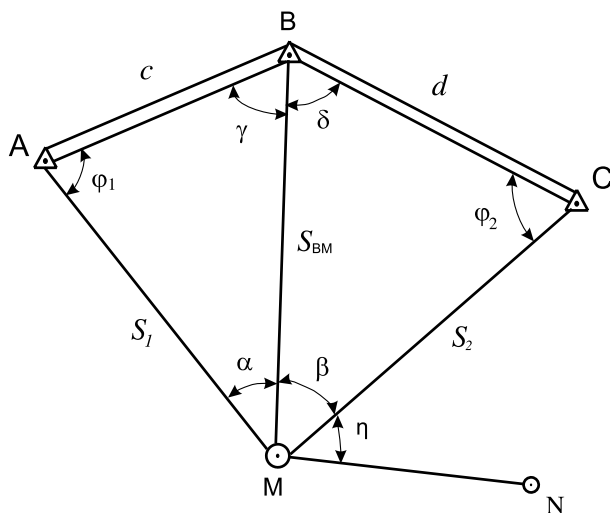
1. M ұңғымасының үстіне теодолитті орнатып, координаталары белгілі 3 пункттерді A , B , C (3-4) көздеп, α , β бұрыштарын өлшейді.

2. A , B , C пункттерінің белгілі координаталарын ($A(x_A, y_A)$, $B(x_B, y_B)$, және $C(x_C, y_C)$) пайдаланып AB және BC қабырғаларының дирекциондық

бұрыштарын және горизонталь қашықтықтарды анықтайды:

$$c = \frac{y_B - y_A}{\sin r_{AB}} = \frac{x_B - x_A}{\cos r_{AB}}$$

$$d = \frac{y_C - y_B}{\sin r_{BC}} = \frac{x_C - x_B}{\cos r_{BC}}$$



8.8-сурет. Кері геодезиялық қиылыстыру

1. $\angle ABC$ бұрышының мәнін анықтайды:

$$\angle ABC = \gamma + \delta = \alpha_{BA} - \alpha_{BC}.$$

4. A және B 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 ABM және CMB үшбұрыштарынан тендеу құрады:

$$\frac{a \sin \alpha}{c \sin \beta} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2}$$

$$\frac{a \sin \alpha}{c \sin \beta} = \operatorname{ctg} \theta$$

деп белгілеп, көмекші бұрыш θ мәнін анықтайды.

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \operatorname{tg} \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \operatorname{ctg} (45^\circ + \theta)$$

формуласынан $\varphi_1 - \varphi_2/2$ жартылай мәнін анықтайды.

в) φ_1 және φ_2 бұрыштарының сомасының және айырымының анық-

талған жартысы арқылы олардың мәндерін анықтайды:

$$\varphi_1 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}$$

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} - \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}$$

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. ABM және CMB үшбұрыштарынан γ және δ бұрыштарының мәндері анықталады:

$$\gamma = 180^\circ - \varphi_1 - \alpha;$$

$$\delta = 180^\circ - \varphi_2 - \beta.$$

$$\text{Тексеруі: } \gamma + \delta = \angle ABC.$$

6. AM , CM қабырғаларының дирекциондық бұрыштары және горизонталь ұзындықтары S_1 , S_2 , S_{BM} анықталады:

$$\alpha_{AM} = \alpha_{AB} + \varphi_1; \quad \alpha_{CM} = \alpha_{CB} - \varphi_2;$$

$$S_1 = \frac{c \sin \gamma}{\sin \alpha} \quad S_2 = \frac{a \sin \delta}{\sin \beta}$$

$$S_{BM} = \frac{c \sin \varphi_1}{\sin \alpha} = \frac{f \sin \varphi_2}{\sin \beta}$$

7. M ұңғымасының координаталар өсімшесі есептеледі:

A пункті арқылы

$$\Delta x_{AM} = S_1 \cos \alpha_{AM};$$

$$\Delta y_{AM} = S_1 \sin \alpha_{AM}.$$

C пункті арқылы

$$\Delta x_{CM} = S_2 \cos \alpha_{CM};$$

$$\Delta y_{CM} = S_2 \sin \alpha_{CM}.$$

8. M ұңғыма сағасының координаталары есептеледі:

A пункті арқылы

$$x_M = x_A + \Delta x_{AM};$$

$$y_M = y_A + \Delta y_{AM}.$$

C пункті арқылы

$$x_M = x_C + \Delta x_{CM};$$

$$y_M = y_C + \Delta y_{CM}.$$

Екі рет анықталған M ұңғыма сағасының координаталары есептеу нәтижесінің тексеруі болып саналады.

Әдебиеттер

1. Қалыбеков Т. Геодезия мен топография негіздері. – Алматы: Ана тілі, 1993.
2. Лабораторный практикум по инженерной геодезии. – Москва: Недра, 1990.
3. Хейфец Б.С., Данилевич Б.Б. Практикум по инженерной геодезии. – Москва: Недра, 1979.
4. Хренов Л.С. и др. Практикум по геодезии. – Москва: Высшая школа, 1974.
5. Панки И.А., Седун А.В. Практические работы по геодезии. – Москва: Недра, 1978.
6. Киселев М.И., Лукьянов В.Ф. Лабораторный практикум по геодезии. – Москва: Стройиздат, 1987.
7. Найдин И.Н., Найдина К.В. Руководство к практическим занятиям по геодезии. – Москва: Недра, 1991.
8. Моргунов Н.Ф., Родионов В.И. Задачник по геодезии. – Москва: Недра, 1979.
9. Колчин В.П. Сборник задач и упражнений по геодезии. – Москва: Стройиздат, 1968.
10. Мейірбеков Е.Д., Құлтаев М.С. Теодолит және онымен жұмыс істеу. – Шымкент, 1998.
11. Мейірбеков Е.Д., Құлтаев М.С. Геодезиялық жұмыстардың технологиясы. – Шымкент, 2000.
12. Мейірбеков Е.Д., Құлтаев М.С. Нивелир және онымен жұмыс істеу. – Шымкент, 2001.
13. Нұрпейісова М.Б. Геодезия. – Алматы: Эверо, 2005. – 276 б.
14. Мейірбеков Е.Д., Құлтаев М.С. Құрылыс алаңының бетін квадраттар бойынша нивелирлеу. – Шымкент, 2003.
15. Пентаев Т.П., Атымтаев Б.Б. Геодезия. – Алматы, 2007.

«Кәсіптік білім» сериясы

**Қалыбеков Тұрсын
Мейірбеков Ерлан Досмаханұлы**

ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ПРАКТИКУМ

Оқу құралы

**Редакторы Назерке Рамазанқызы
Техникалық редакторы Эльмира Заманбек
Көркемдеуші редактор Жеңіс Қазанқапов
Корректоры Венера Мұратқызы
Компьютерде беттеген Ақмарал Кадикенова**

Басуға 00.00.14 қол қойылды.
Пішімі 70х90 $\frac{1}{16}$. Қағазы офсеттік.
Офсеттік басылыс. Шартты баспа табағы 10,5.
Тапсырыс № 000. Таралымы 1000 дана.

«Фолиант» баспасы.
010000, Астана қаласы, Ш. Айманов көшесі, 13
«Фолиант» баспасының баспаханасында басылды